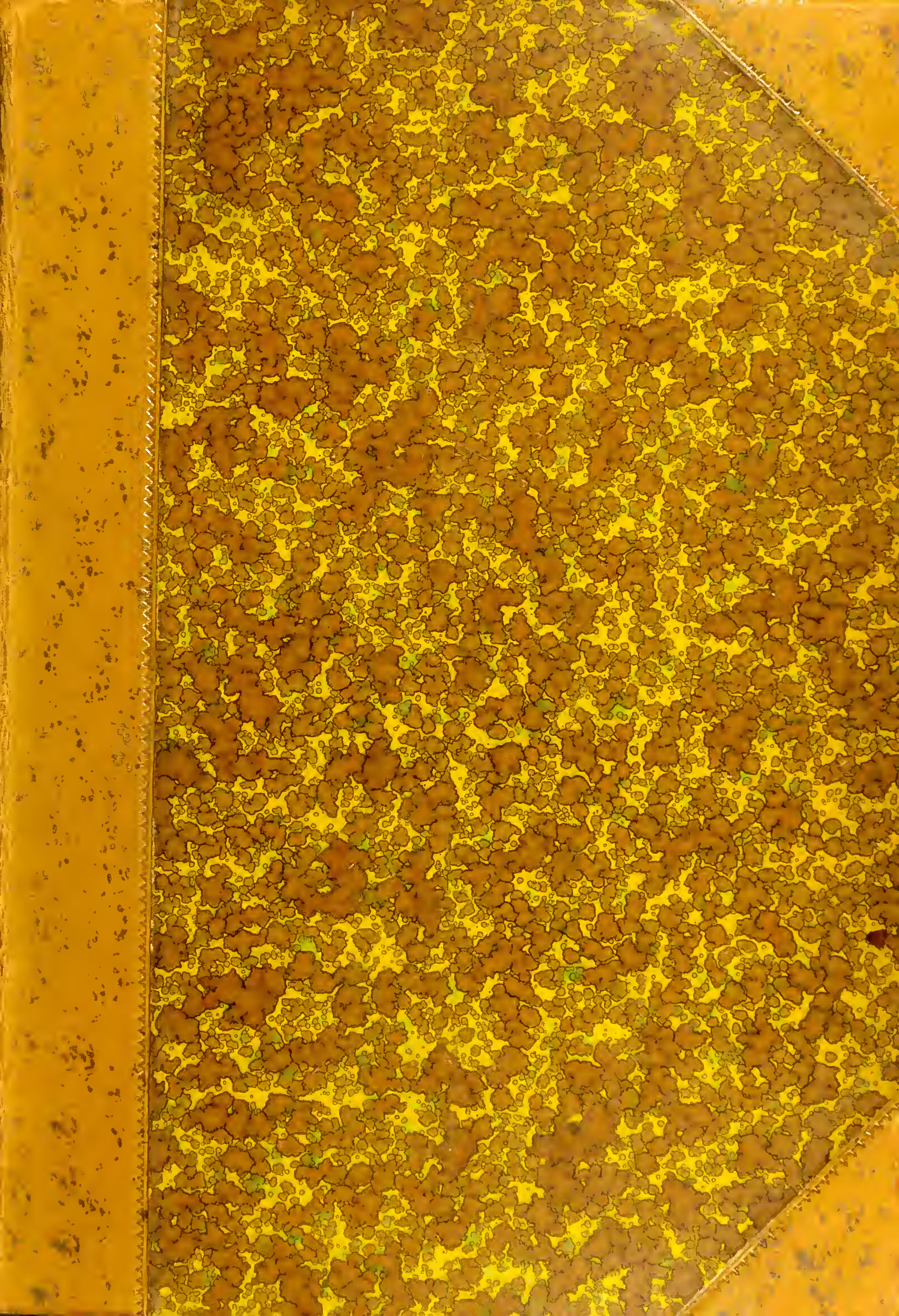
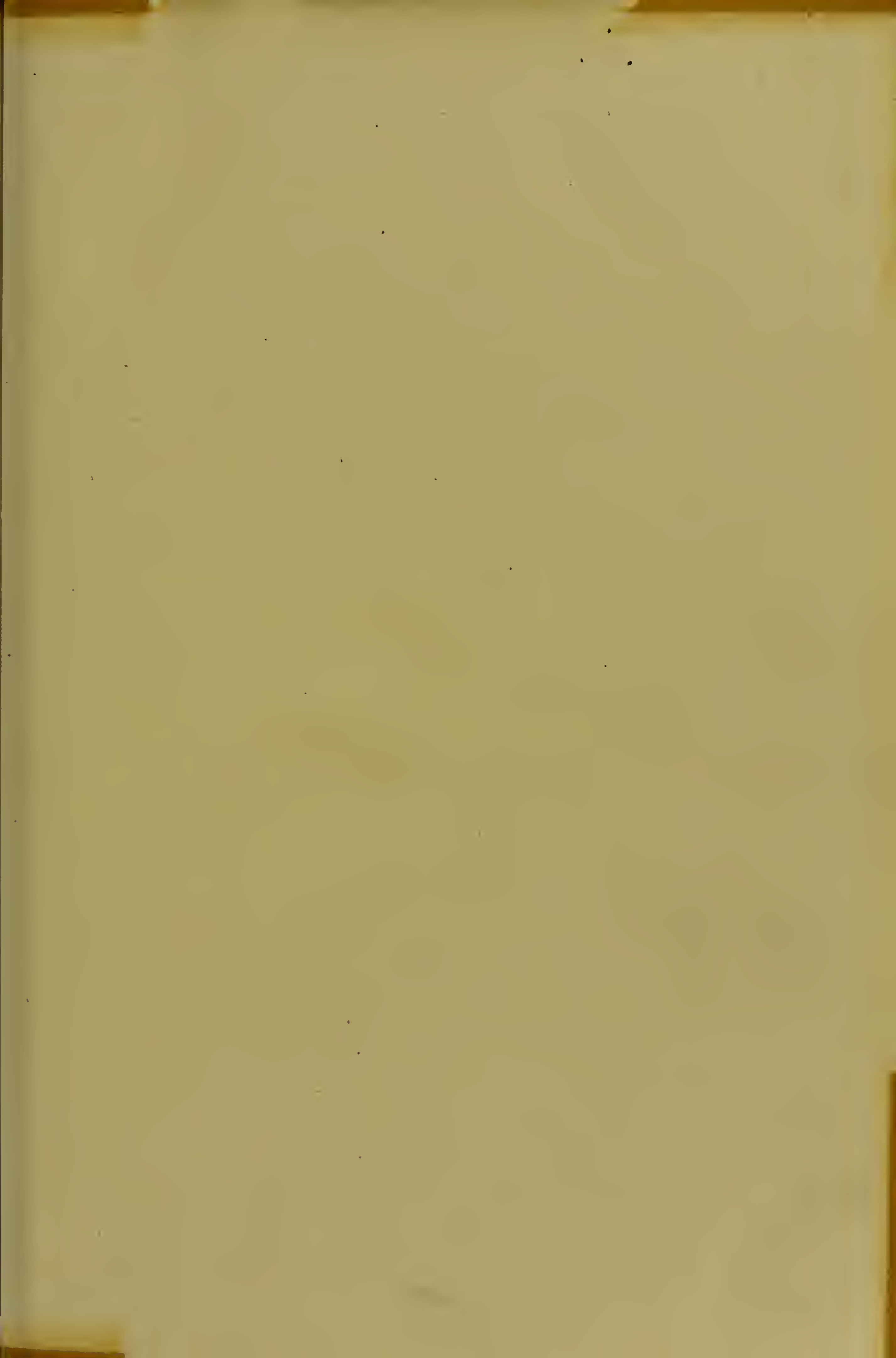










VORLESUNGEN

ÜBER DEN BAU DER

NERVÖSEN CENTRALORGANE

DES MENSCHEN UND DER THIERE.

FÜR ÄRZTE UND STUDIRENDE

VON

PROF. DR. LUDWIG EDINGER,
ARZT IN FRANKFURT AM MAIN.

SECHSTE, UMGEARBEITETE UND VERMEHRTE AUFLAGE.

MIT 295 ABBILDUNGEN UND 2 TAFELN.





LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1900.

Uebersetzungen in das Englische, Russische, Französische und Italienische sind von früheren Auflagen erschienen.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

Aus dem Vorworte zur ersten Auflage.

Die folgenden Vorlesungen wurden im Winter 1883/84 vor einem Auditorium von praktischen Aerzten gehalten. Es war die Aufgabe des Vortragenden, Zuhörer, die im Allgemeinen mit den gröberen Formverhältnissen des Gehirnes vertraut waren, mit dem Wichtigsten bekannt zu machen, was über die feineren Verhältnisse ermittelt war. Es galt vor Allem, diese Verhältnisse so darzustellen, dass sie, soweit dies bislang möglich, als ein Ganzes erschienen. Vieles Controverse konnte nur angedeutet werden, da und dort konnte bei zweifelhaften Punkten oft nur eine Auffassung Erwähnung finden, diejenige, welche mir nach eigenen Untersuchungen oder nach der Ansicht guter Autoren als die richtigste erschien.

Hier läge ein wunder Punkt der folgenden Darstellung, wenn sie irgendwie die Prätension hätte, mehr sein zu wollen, als eine Einführung in die Lehre vom Bau des Centralnervensystemes.

Der Verfasser ist sich, wie Alle, die selbst auf dem schwierigen Gebiete der Hirnanatomie mit Hand angelegt haben, vollauf bewusst, dass es nur recht wenige Facta sind, die ganz fest stehen, dass kein Gebiet der Anatomie mehr dem Wechsel unterworfen sein wird, als das hier Vorgetragene. Er will desshalb schon jetzt, vor der Lektüre des Büchleins, den Leser darauf aufmerksam machen, dass möglicher Weise die eine oder andere Linie etwas allzu sicher und fest eingezeichnet wurde. Mit Absicht, nur im Interesse didaktischer Klarheit, ist das nirgends geschehen.

Frankfurt a. M., im Mai 1885.

Der Verfasser.

Vorwort zur fünften Auflage.

Nicht ohne ein gewisses Bedenken tritt der Verfasser mit dieser Auflage vor seinen Leserkreis. Ist das kleine Buch doch nun zu einem grösseren angewachsen und bringt es doch einen Stoff, der bisher noch nicht übersichtlich dargestellt worden ist, die vergleichende Anatomie des Centralnervensystemes, zum erstenmale zusammengefasst. Es sind drei Abschnitte aus dem ursprünglich einheitlichen Werkchen hervorgegangen, Abschnitte, die von einander so weit unabhängig sind, dass Diejenigen, welche etwa weiteren Gesichtspunkten und vergleichend anatomischen Dingen weniger Interesse entgegenbringen, die beiden ersten Theile überschlagend im dritten das alte Buch in etwas vermehrter und

reicher illustrirter Auflage wiederfinden. Dankbar des Interesses gedenkend, das gerade ärztliche Kreise den „Vorlesungen" bisher entgegengebracht, habe ich den dritten Abschnitt, welcher ausschliesslich das Säugergehirn, vorwiegend das menschliche, beschreibt, sorgfältig neu durchgearbeitet und durch Beigabe von zahlreichen, nach Photographieen gearbeiteten Abbildungen von Schnitten erweitert. Namentlich wurde — zur Erleichterung des Studiums bei Sectionen — eine vollständige Serie von Frontalschnitten durch ein ganzes Gehirn beigefügt.

Der erste Abschnitt soll in den heutigen Stand der Grundanschauungen einführen. Er berücksichtigt auch, was früher nicht der Fall war, das Functionelle.

Der zweite Theil des Buches verwirklicht endlich einen Plan, den ich seit dem Beginn meiner hirnanatomischen Studien nie aus dem Auge gelassen habe. Fast durchweg auf eigenen Untersuchungen beruhend, giebt er eine Uebersicht über das, was sich heute mit einiger Sicherheit vom Aufbau und Entwicklungsgang des Centralnervensystemes in der Thierreihe aussagen lässt. Diejenigen, welche auf diesem noch so wenig bebauten Gebiete gearbeitet haben, werden die Schwierigkeiten, die sich überall aufthürmen, berücksichtigend das Gebotene mild beurtheilen. Ein erster Versuch zu übersichtlicher Darstellung trägt das Buch überall die Mängel an sich, die ein solcher bieten muss. Niemand weiss das besser als der Verfasser selbst. Wenn, wie hier, die Anlage des Ganzen ein Eingehen in Details verbietet, so wird es nicht möglich sein, überall die ausreichende Begründung für das Vorgetragene zu geben*). So viel das immer möglich war, ist es in den zahlreichen Abbildungen geschehen, deren Beigabe des Herrn Verlegers Liberalität ermöglicht hat. Diese neue 5. Auflage hat 113 Abbildungen mehr als die 4. und von den neuen Abbildungen sind 99 der vergleichenden Anatomie gewidmet. Das Centralnervensystem ist früher vorwiegend von Aerzten studirt worden. Diesen lag natürlich als nächste Aufgabe vor, das menschliche Gehirn besser verstehen zu lernen. Vergleichend sind fast nur die Säuger herangezogen worden. Immerhin besitzen wir auch von niederen Vertebratentypen mehrere vortreffliche Schilderungen.

Hier ist nun der Versuch gemacht, weit hinab in der Thierreihe zu steigen, zu ermitteln, wo bestimmte Formen auftreten, wie sie variiren, welche Functionen sie auf einzelnen Zuständen der Aussbildung erfüllen können. Es ist auch versucht worden, zu ermitteln, was jedem einzelnen Theile des Nervensystemes als Principielles zukommt. Ein Versuch ist es, zu dem sich der Verfasser berechtigt glaubte, weil ihn Studien auf dem Gebiete der vergleichenden Anatomie seit nun 10 Jahren beschäftigen. Möge er nur als solcher beurtheilt werden.

Die Vorrede der zweiten Auflage dieses Buches schloss mit den Worten:

„Es muss eine Anzahl anatomischer Anordnungen geben, die bei allen Wirbelthieren in gleicher Weise vorhanden sind, diejenigen, welche die einfachsten Aeusserungen der Thätigkeit des Centralorgans ermöglichen. Es gilt nur immer dasjenige Thier oder diejenige Entwicklungsstufe irgend eines Thieres ausfindig zu machen, bei der dieser oder jener Mechanismus so einfach zu Tage tritt, dass er voll verstanden werden kann. Hat man das Verhalten einer solchen Einrichtung, eines Faserzuges, einer Zellanordnung, nur einmal irgendwo ganz sichergestellt, so findet man sie gewöhnlich leicht auch da wieder, wo sie durch neu Hinzugekommenes mehr oder weniger undeutlich gemacht wird.

---

*) Für eingehendere Studien auf dem Gebiete der vergleichenden Anatomie des Centralnervensystemes verweise ich auf die Arbeiten, welche in den „Jahresberichten der Hirnanatomie" citirt sind, die ich seit 10 Jahren in Schmidt's Jahrbüchern gebe: für die Begründung vieler eigenen Dinge auf die Studien, welche ich im gleichen Zeitraume im Anat. Anzeiger veröffentlicht habe, vor Allem aber auf die „Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Centralnervensystemes", von denen bisher vier Hefte — Diesterwegs Verlag, Frankfurt a. M. — erschienen sind.

Das Auffinden solcher Grundlinien des Hirnbaues aber scheint die nächstliegende und wichtigste Aufgabe der Hirnanatomie. Kennen wir nur erst einmal sie, so wird es leichter sein, die complicirten Einrichtungen zu verstehen, mit denen das höher organisirte Gehirn arbeitet."

Dies war gewissermaassen ein Programm und einen Theil der Ausführung dieses Programmes bringt die neue Auflage.

Frankfurt am Main, im Juni 1896.

Edinger.*)

Vorwort zur sechsten Auflage.

Bei der Neubearbeitung haben die Capitel, welche von der vergleichenden Anatomie handeln, zahlreiche Veränderungen, namentlich auch Zusätze und neue Abbildungen erhalten. Auch die übrigen Theile des Buches sind vielfach umgearbeitet worden. Während im erstererwähnten Abschnitte das Haigehirn und das Vogelgehirn nach eigenen Untersuchungen durchweg neu bearbeitet und illustrirt wurden, wird man im letzten vielfach neue Abbildungen und Schemata finden, welche aus den Anforderungen der Praxis hervorgegangen sind. Hoffentlich ist dadurch das Buch nach den beiden Seiten hin, nach denen es nützen möchte, brauchbarer geworden.

Frankfurt am Main, im September 1899.

Edinger.

*) Diesen „ersten Versuch einer vergleichenden Anatomie des Gehirnes" hat der Verfasser seinem dankbar verehrten Lehrer, W. Waldeyer, gewidmet.



INHALTSVERZEICHNISS.

I. Theil.

Einführung in die Anatomie der nervösen Centralorgane.

II. Theil.

Uebersicht über die Entwicklung und die vergleichende Anatomie des Vertebratengehirnes.

DREIZEHNTE VORLESUNG.

VIERZEHNTE VORLESUNG.

III. Theil.

Specielle Anatomie des Säugergehirnes mit besonderer Berücksichtigung des Gehirnes beim Menschen.

FÜNFZEHNTE VORLESUNG.

SECHZEHNTE VORLESUNG.

SIEBENZEHNTE VORLESUNG.

ACHTZEHNTE VORLESUNG.

NEUNZEHNTE VORLESUNG.

ZWANZIGSTE VORLESUNG.

EINUNDZWANZIGSTE VORLESUNG.

ZWEIUNDZWANZIGSTE VORLESUNG.

DREIUNDZWANZIGSTE VORLESUNG.

VIERUNDZWANZIGSTE VORLESUNG.

FÜNFUNDZWANZIGSTE VORLESUNG.

SECHSUNDZWANZIGSTE VORLESUNG.

SIEBENUNDZWANZIGSTE VORLESUNG.

ACHTUNDZWANZIGSTE VORLESUNG.

I. THEIL.

EINFÜHRUNG IN DIE ANATOMIE

DER

NERVÖSEN CENTRALORGANE.



Erste Vorlesung.

Ueberblick über die Geschichte und die Methoden der Erforschung der nervösen Centralorgane.

Meine Herren! Die Anatomie des Centralnervensystems, mit deren Grundzügen Sie diese Vorlesungen bekannt machen sollen, hat seit der Renaissance der anatomischen Wissenschaft das Interesse zahlreicher Forscher lebhaft in Anspruch genommen. Vesalius, Eustachio, Aranzio, Variolo, Fallopia haben die Grundlagen geschaffen, auf denen in späteren Jahrhunderten weiter gebaut werden konnte. Im 17. Jahrhundert erschienen schon grössere Monographien, welche mit Rücksicht auf die damalige Untersuchungstechnik fast als erschöpfend zu bezeichnen sind: so die Bücher von Th. Willis und von Raim. Vieussens. Immerhin konnte Willis noch Gebilde wie die Streifenhügel, die vordere Commissur, die Pyramiden und die Oliven als neu beschreiben. Wichtige Beiträge zur Hirnanatomie gaben damals noch F. D. Sylvius, J. J. Wepfer und van Leuwenhoeck, welcher Letztere zuerst mikroskopische Untersuchungen des Gehirns anstellte. V. Malacarne in Italien, S. Th. v. Sömmering in Deutschland, Vicq d'Azyr und Rolando in Frankreich trugen gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wesentlich zur Vertiefung unseres Wissens vom Gehirn bei.

Als unser Jahrhundert anbrach, war der allgemeinen Formbeschreibung der Organe des Centralnervensystems kaum noch etwas Wesentliches zuzufügen. Trotzdem war man in dem, was wir heute als den wichtigsten Theil der Lehre vom Bau des Centralnervensystems bezeichnen müssen, in der Kenntniss vom feineren Zusammenhang der Theile, vom Faserverlauf, kaum vorwärts gekommen. Auch die vergleichend anatomischen Untersuchungen, die man gerade in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts aufnahm, brachten diese Lehre nicht vorwärts. Was noch auf wesentlich makroskopischem Wege zu erreichen war, haben Reil, Gall und Spurzheim, F. Arnold, C. B. Reichert, Foville, Burdach u. A. geleistet.

Namentlich Reil, der zuerst die künstliche Härtung des Gehirns als vorbereitendes Mittel allgemein geltend machte, hat bereits eine grosse Anzahl anatomischer Facta, die nicht gerade auf der Oberfläche liegen, richtig gesehen. Als seine wichtigsten Entdeckungen muss man die Ab-

grenzung des Stabkranzes und des Hirnschenkelsystems bezeichnen, deren Beziehungen zu der sie durchquerenden Balkenfaserung er zuerst erkannte; die Schleife und ihr Ursprung aus den Vierhügeln, der Linsenkern, die Insel und vieles Andere haben erst seit seinen Untersuchungen Aufnahme in die Anatomie gefunden.

So recht wie ein Markstein steht am Ausgangspunkt dieser älteren Periode Burdach's Buch „Vom Bau und Leben des Gehirnes", das, 1819 erschienen, alles bis dahin Geleistete treu zusammenfasst und vieles Neue klärend hinzufügt.

Man bediente sich, bis zur Mitte unseres Jahrhunderts etwa, ganz vorwiegend der anatomischen Zergliederung mit dem Messer und der Abfaserung gehärteter Gehirnstücke mit der Pincette. Gall, Burdach, Reil, F. Arnold, Foville haben unter Benutzung der letzteren Methode viel Neues entdeckt. Tiedemann's und Reichert's Verdienst ist es wesentlich, dass man auf dem Wege der Entwicklungsgeschichte die allgemein morphologischen Verhältnisse besser verstehen lernte.

Seit aber Ehrenberg (1833) dargethan hatte, dass das „Seelenorgan" aus zahllosen allerfeinsten „Röhrchen" zusammengesetzt sei, seit Remak die Ganglienzellen genauer beschrieben (1838) und Hannover (1840) deren Zusammenhang mit den Nervenfasern nachgewiesen hatte, war es offenbar, dass die einfache Zerfaserung nicht im Stande sein könne, die erstrebte Einsicht in den Bau und Zusammenhang der Centralorgane zu verschaffen. Es ist das grosse Verdienst von B. Stilling, eine neue Methode eingeführt und geübt zu haben: die Anfertigung von dünnen Schnitten oder vielmehr ganzen Schnittserien, die in verschiedenen, aber bestimmten Richtungen durch das Organ gelegt werden.[1]) Die so erhaltenen Präparate wurden genau durchforscht, ihre Bilder combinirt und so die Anordnung und der Aufbau des centralen Nervensystems reconstruirt. Durch diese Methode und durch die Studien, die er unter ihrer Benutzung anstellte, hat Stilling die Grundlage für die moderne Anatomie des Rückenmarks, der Oblongata, des Pons und des Cerebellum geschaffen. Am 25. Januar 1842 liess Stilling bei einer Kälte von —13° R. ein Stück Rückenmark frieren und machte dann mit dem Scalpell einen mässig feinen Querschnitt durch dasselbe. „Als ich diesen", schreibt er, „unter das Mikroskop brachte und bei 15facher Linearvergrösserung die prächtigen Querfaserstrahlungen (centralen Nervenbahnen) sah, da hatte ich einen Schlüssel gefunden, der die Gemächer zu dem wunderbaren Bau des Rückenmarks öffnete. Nicht froher hatte Archimedes sein *εὕρηκα* gerufen, als ich bei jenem Anblick ausrief."

Die Stilling'sche Methode ist die auch jetzt noch am meisten verwendete zur Untersuchung des Centralnervensystems. Sehr erleichtert wird ihre Anwendung durch die vorzügliche Härtung, welche nach den Angaben

---

1) Schon vor Stilling fertigte man dünne Schnitte des Centralnervensystems an (z. B. Rolando 1824), aber die Reconstruction der Organe mittelst der Combination ausgedehnter Schnittserien versucht zu haben, ist wesentlich Stilling's Verdienst.

von Hannover die verdünnte Chromsäure und die Lösungen von chromsauren Salzen (H. Müller 1859) an den nervösen Centralorganen hervorbringen.[1]) Die Schnitte werden meist mit Mikrotomen gemacht, welche ein exactes Schneiden und grosse gleichmässige Schnitte ermöglichen. Um die Construction von hierzu geeigneten Mikrotomen haben sich Welcker, Rivet, Weigert, Gudden, Strasser u. A. verdient gemacht. Man kann jetzt ein ganzes menschliches Gehirn in eine Serie lückenloser Querschnitte von weniger als 1/20 mm Dicke zerlegen.

Die erhaltenen Abschnitte können ungefärbt untersucht werden. Alles, was Stilling gefunden, wurde an solchen ungefärbten Präparaten gesehen.

Zweckmässiger aber ist es, sie zu färben. Es ist Gerlach's Verdienst, zuerst (1858) auf die Vortheile aufmerksam gemacht zu haben, welche man durch Tränken der Präparate mit Carmin erhält. Die spätere Zeit hat noch manche Färbemethoden hervorgebracht, namentlich wurden Anilinfarben (Nigrosin u. A.) benutzt. Aber wir haben erst in neuester Zeit durch Golgi (1883) eine Methode erhalten, welche mehr leistet, als die alte Gerlach'sche. Dieselbe beruht auf Schwärzung der Zellen und ihrer Ausläufer durch Chromsilber. Dieser Methode verdanken wir ganz neue und ungeahnte Einblicke in den feineren Aufbau des Centralnervensystems. Sorgfältige Härtung und Nachbehandlung mit Anilinfarben haben es zuerst Nissl ermöglicht, Präparate herzustellen, welche einen Einblick in das Structurbild der Ganglienzelle gewähren.

Der Faserverlauf wird durch Carminfärbung nicht viel deutlicher. Dagegen gelingt es durch eine ausgezeichnete, von Weigert (1884) herrührende Methode der Hämatoxylinfärbung, auch die feinsten Fäserchen tief blauschwarz zu färben, und so, der Stilling'schen Methode folgend, ihren Verlauf leichter zu erforschen, als es früher möglich war. Schöne Bilder kann man auch durch die Osmiumsäurebehandlung (Exner, Bellouci) erhalten.

Die gefärbten Schnitte werden seit den diesbezüglichen Angaben von Clarke (1851) in Alkohol entwässert und dann durch ein ätherisches Oel oder Xylol durchsichig gemacht.

1886 hat P. Ehrlich gezeigt, dass es gelingt, am lebenden Thiere Axencylinder und Ganglienzelle durch Methylenblau zu färben. Dieses später sehr vervollkommnete Verfahren ist in den Händen von Retzius, Apáthy, Bethe u. A. für die Erforschung des feineren Aufbaues der Theile im Centralnervensystem von der grössten Wichtigkeit geworden.

Der Stilling'schen Methode sind die meisten Forscher gefolgt, welche in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts das Centralnervensystem untersuchten. Ich werde am Schlusse jeder Vorlesung Ihnen die Namen derer mittheilen, welchen wir das Wichtigste in der Erkenntniss des dort behandelten Hirntheiles verdanken. Aber heute schon müssen Sie sich merken,

[1]) Erst in den letzten Jahren wird die Chromsalzhärtung durch die Fixirung in Formaldehyd verdrängt, die von F. Blum 1893 eingeführt wurde.

dass wir zwei Männern, Stilling und Meynert, das Allermeiste verdanken, was wir vom feineren Bau des Gehirnes und Rückenmarkes wissen, dass alle neueren Arbeiter von dem ausgegangen sind, was jene schufen.

Benedict Stilling hat die ganze Grundlage unseres Wissens von der Brücke, dem Kleinhirn, dem verlängerten Marke und dem Rückenmarke geschaffen durch eine Reihe grossartig angelegter und von nicht wieder erreichtem Fleisse zeugender Werke, die sicher ein monumentum aere perennius des grossen Casseler Arztes bleiben werden.

Meynert aber hat nicht nur alle Gebiete des Hirnes und Rückenmarkes systematisch auf Schnitten und abfasernd durchgearbeitet und dabei mehr Thatsachen neu entdeckt, als, Stilling ausgenommen, irgend ein früherer Forscher, sondern er hat auch in wahrhaft genialer Conception auf Grund der feineren Anatomie eine Theorie des Hirnbaues aufgestellt, welche auf die Anatomie und auf die Psychologie in gleichem Maasse bis heute fruchtbringend und zu Neuem anregend fortwirkt.

Es liegt im Wesen der Stilling'schen Methode begründet, dass die Verfolgung einer Nervenbahn auf lange Strecken hin nur sicher und möglich ist, so lange die sie zusammensetzenden Züge nicht durch Ganglienzellen unterbrochen werden oder aus der Schnittebene abbiegen, so lange sie nicht in ein Fasergewirr eingehen oder sich aus einem Bündel in zahlreiche sich zerstreuende Fäserchen spalten. Auch im Rückenmark der kleinsten Thiere kommt kaum eine Faser vor, deren ganzer Verlauf in einer Schnittebene zu übersehen wäre.

Man hat sich daher, nachdem man namentlich durch Stilling's Arbeiten angefangen hatte, sich etwas auf dem schwierigen Gebiete zu orientiren, nach weiteren Methoden umgesehen, welche ein Auffinden und Verfolgen der Faserbahnen gestatten. Bekanntlich hat Waller 1852 gezeigt, dass durchschnittene Nerven in ganz bestimmten Richtnngen degeneriren. Nun fand Türk schon vorher (1850), dass auch die Unterbrechung der Leitung im Rückenmark zu Degenerationen führte, die nach aufwärts sich in anderen Fasersträngen fortpflanzten, als nach abwärts. Es gelang durch seine Arbeiten, sowie die von Bouchard, von Flechsig, Charcot und vielen Anderen nachzuweisen, dass im Rückenmark und im Gehirn ganz bestimmte Fasergebiete an immer den gleichen Stellen liegen, Fasern, welche, wenn sie degenerirt sind, auf die ganze Länge ihres Verlaufes hin sich vom gesund gebliebenen Gewebe abheben und so leicht ihrer Richtung entlang verfolgt werden können. Das Stadium dieser secundären Degenerationen ist seitdem wichtig für den Fortschritt der uns beschäftigenden Lehre geworden. Deshalb wollen wir noch einen Augenblick auf das Waller'sche Gesetz etwas näher eingehen. Man formulirt es jetzt so, dass man sagt: Der Axencylinder einer Nervenfaser hat nur Bestand, so lange er noch mit seiner Ursprungszelle zusammenhängt. Er degenerirt sammt seiner Markscheide in dem Gebiete, welches nicht mehr unter dem Einfluss der Ursprungszelle steht. Nun hat aber Forel gezeigt, dass bei Neugeborenen nach einfacher Nervendurchschneidung und bei Erwachsenen,

wenn der Nerv sehr nahe am Kern durchtrennt wird, Degenerationen auch in dem noch mit der Zelle zusammenhängenden Stücke entstehen können, und Bregmann hat bei besonders darauf gerichteten Untersuchungen den Zerfall des centralen Stumpfes bestätigt. Dieser scheinbare Widerspruch gegen das Waller'sche Gesetz ist durch die Arbeiten von Nissl gelöst worden. Nissl hat nämlich gezeigt, dass eine schädigende Einwirkung von der Durchschneidungsstelle auf die centrale Zelle ausgeübt wird, dass diese vorübergehend sehr in ihrer Structur geschädigt werden kann. In solchen Fällen kommt es dann zu Zerfall auch des centralen Axencylinders, weil er eben nicht mehr mit einer normalen Ursprungszelle zusammenhängt. Bei der Beurtheilung secundärer Degenerationen muss man in Zukunft auf diese Thatsachen, die ja für die Pathologie besonders wichtig sind, gebührende Rücksicht nehmen.

Das Fasergebiet, in dem eine solche Degeneration sich constant fortzupflanzen pflegt, nennt man auch ein Fasersystem. Eine Anzahl von Rückenmarkskrankheiten befallen, im Anfange ihres Auftretens oder immer, nur bestimmte Systeme, z. B. nur die Hinterstränge des Rückenmarks. Man nennt sie Systemerkrankungen. Auch die Untersuchung solcher Systemerkrankungen kann zur Erkenntniss des Faserverlaufes benutzt werden (Flechsig, Westphal, Strümpell). Durch genaues Studium pathologischer Veränderungen haben ferner noch Charcot und seine Schüler, besonders Pitres, Féré, Ballet, Brissaud u. A., befruchtend auf die Hirnanatomie gewirkt.

Zuweilen gewähren Missbildungen die Möglichkeit, die eine oder die andere Bahn leichter zu erkennen, als dies im normalen Gehirn möglich ist. So konnten Onufrowics, Kaufmann u. A. Fälle von Balkenmangel untersuchen, in denen, eben durch den Ausfall der Balkenfasern, andere Züge im Gehirn mit bisher nicht bekannter Deutlichkeit hervortreten.

Es lag nahe, absichtlich ganz bestimmte Theile der Wurzeln oder des Rückenmarkes z. B. zu durchschneiden und so durch die willkürlich erzeugte secundäre Degeneration weiter in den Bau einzudringen. Solche Versuche wurden viele gemacht, und manches Wichtige verdanken wir den Experimentatoren, welche so vorgingen. So wurden beispielsweise durch die Durchschneidungsversuche von Singer und von Schiefferdecker, denen sich später Löwenthal, Sherrington, Mott u. v. A. beigesellten, unsere Kenntnisse vom Verlauf der Nervenwurzeln im Rückenmark sehr bereichert.

Technisch können solche Degenerationen auf zwei Weisen studirt werden. Man kann entweder den völligen Untergang der Fasern abwarten und dann den Verlauf der verödeten Strecke verfolgen, oder man kann durch Einlegen des Präparates wenige Wochen nach der Operation in eine osmiumsäurehaltige Chromsalzlösung die Zerfallproducte schwärzen (Marchi). Namentlich die letztere Methode giebt sehr klare Bilder, Linien von schwarzen Pünktchen der degenerirten Fasern auf hellem Grunde.

Wenn man bei neugeborenen Thieren periphere oder centrale Nervensubstanz operativ entfernt, so entwickeln sich mit den verletzten Stellen im Zusammenhang stehende Fasern nicht weiter, gehen allmählich sogar ganz zu Grunde. Diese Erfahrung hat Gudden (1870) benutzt, um uns mit einer neuen und fruchtbaren Untersuchungsmethode zu beschenken. Er hat beispielsweise die nach Exstirpation eines Auges im Gehirn entstehenden Atrophien auf Schnitten u. s. w. verfolgt und so die nächsten centralen Endigungen des betreffenden Sehnerven aufgefunden. Wo immer

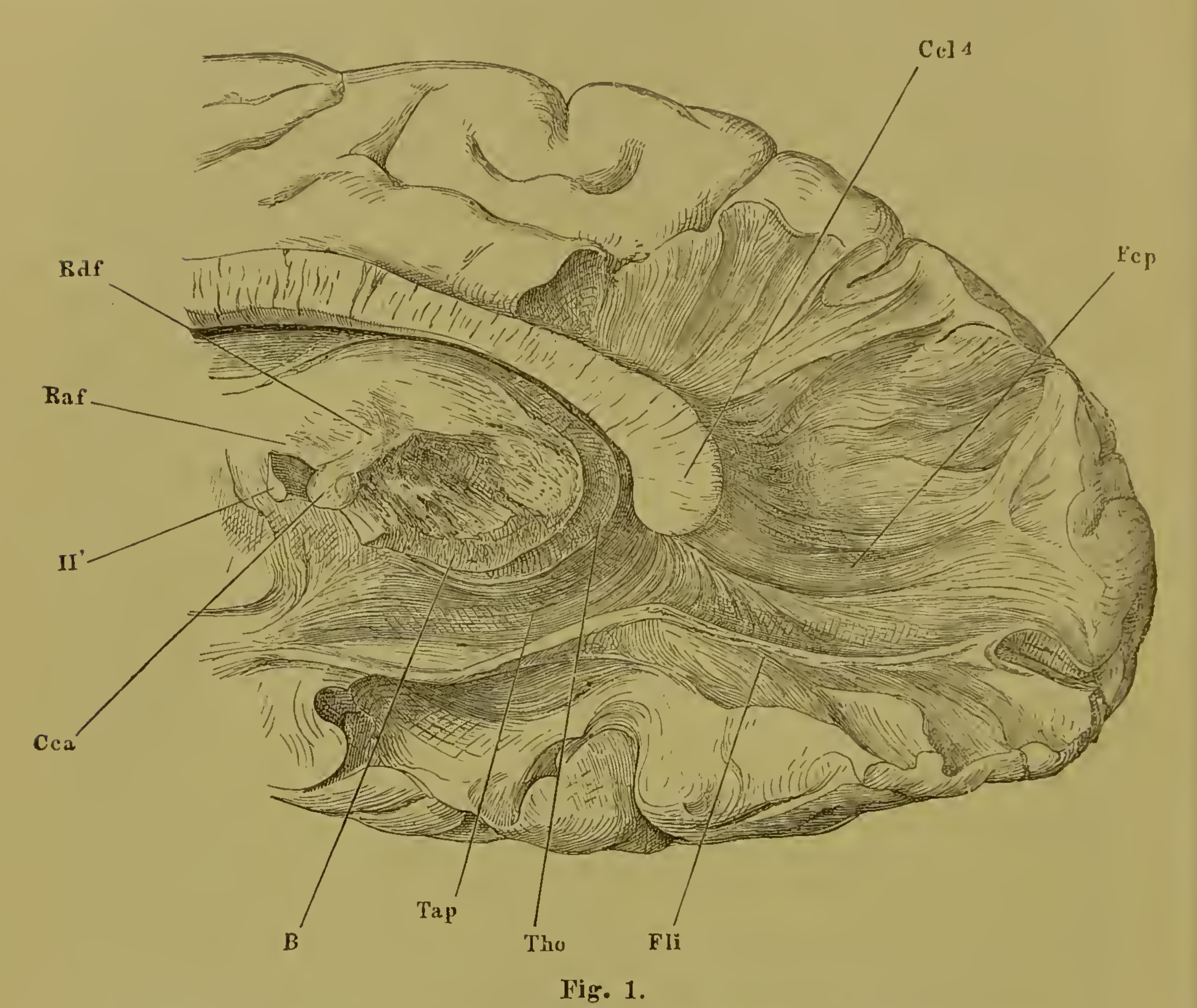


Fig. 1.
Die Faserung des Balkens, durch Abbrechen des erhärteten Präparates mit der Pincette dargestellt, nach Henle.

sonst noch am Gehirn er experimentirt und nachträglich untersucht hat, überall hat er Neues und Wichtiges zu Tage gebracht. Ausser Gudden verdanken wir namentlich Mayser, Ganser, Forel, Monakow wichtige, mit dieser Methode gewonnene Kenntnisse über den Faserverlauf im Rückenmark, die Ursprungsart verschiedener Hirnnerven, den Verlauf der Schleife im Gehirn u. v. A.

Zuweilen bieten sich Fälle, wo die Natur gleichsam selbst ein Guddensches Experiment am Menschen angestellt hat. So konnte ich einmal die

atrophischen Nervenbahnen, welche nach intrauteriner Amputation eines Armes zurückgeblieben waren, bis hoch hinauf in das Rückenmark verfolgen; ein andermal hatte ich Gelegenheit, das Nervensystem eines Kindes zu untersuchen, das vor oder doch bald nach der Geburt eine ausgedehnte Erweichung der Scheitellappenrinde bekommen hatte. Im Rückenmark fehlte die gekreuzte Pyramide ganz.

Die Lehre vom Faserverlauf hat durch die Methode der secundären Degenerationen und Atrophien einen guten Schritt vorwärts gethan. Noch förderlicher aber wurde ihr eine neue Methode, welche sich auf die Untersuchung der Markscheidenentwicklung gründete.

Es gebührt das Verdienst, diese Methode in die Forschung eingeführt und mustergültig ausgenutzt zu haben, P. Flechsig. In einer Reihe von Mittheilungen (1872 bis 1881), dann in einem grösseren Werk über die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark (1876) hat er gezeigt, dass die verschiedenen Faserzüge, welche auf dem Schnitt durch das Centralorgan des Erwachsenen so gleichartig aussehen, in der Embryonalzeit sich sehr wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie zu verschiedener Zeit ihr Nervenmark bekommen. Ganze „Systeme" auf dem Rückenmarksquerschnitt sind noch durchsichtig zu einer Zeit, wo andere bereits weiss, markhaltig geworden sind. Die Verfolgung der weissen Partien auf Quer- und Längsschnitten ist sehr viel leichter, giebt sehr viel sicherere Resultate, als die Verfolgung von Nervenfasersträngen am völlig ausgebildeten Organ.



Fig. 2.
Frontalschnitt durch das hintere Ende der Fossa Sylvii am Gehirn einer neunmonatlichen todtgeborenen Frucht angelegt. Die markhaltigen Fasern schwarz gezeichnet. In Wahrheit heben sie sich weiss von grauem Untergrunde ab.

Um Ihnen einen Begriff von den Eigenheiten der einzelnen bislang erwähnten Methoden zu geben, demonstrire ich Ihnen zunächst hier ein Präparat, das durch Abfaserung hergestellt wurde und den Verlauf der Balkenfasern im Grosshirn zeigen soll (Fig. 1).

Die folgende Zeichnung ist nach einem Frontalschnitt gefertigt, der durch das Grosshirn einer neunmonatlichen todtgeborenen Frucht gelegt wurde. Das ganze hier abgebildete Gebiet ist beim Erwachsenen von

Nervenfasern erfüllt, die, in mannigfacher Richtung verlaufend und sich durchkreuzend, schwer zu verfolgen sind. Bei unserer Frucht aber ist von all den vielen Fasern des Grosshirns nur der eine als Haubenbahn bezeichnete Strang markhaltig. Nirgends im Grosshirn als an dieser Stelle finden sich markhaltige Nervenfasern. Deshalb ist es Flechsig zuerst gelungen, unter den vielen Bahnen des Grosshirns, die uns zum Theil noch recht wenig bekannt sind, die Haubenbahn als distinctes Bündel zu entdecken und ihren Verlauf zum Theil klar zu stellen.

Die dritte Abbildung stellt einen Schnitt durch den Halstheil eines Rückenmarkes dar, das einem Manne entstammt, der vor der Geburt den linken Vorderarm verlor. Sie sehen, dass die graue und die weisse Substanz, namentlich aber die erstere, links stark atrophisch sind. Die genauere Feststellung dieser Ausdehnung der Atrophie gestattete einen Schluss auf die Lage der centralen Enden der durchtrennten Nerven.

Das Verständniss für die allgemeine Morphologie des Centralnervensystems ist durch nichts mehr gefördert worden, als durch die vergleichende Anatomie und durch die Entwicklungsgeschichte.



Fig. 3.
Schnitt durch das Halsmark eines 45 jährigen Mannes, der mit einem kurzen Amputationsstumpf des linken Vorderarms zur Welt kam.

Was wir von der Entwicklungsgeschichte der uns hier interessirenden Organe wissen, verdanken wir wesentlich Kölliker, His, Tiedemann, Reichert, v. Mihalkovics, Götte, Kupffer.

Noch in das 17. Jahrhundert ragen die ersten Versuche, dem Gehirne auf vergleichendem Wege näher zu treten, hinein und die Literatur der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts zählt schon eine ganze Anzahl von Schriften, die sich mit dem Gehirne niederer Wirbelthiere beschäftigen. Namentlich war es das Fischgehirn, das immer wieder zu neuen Studien anregte. Die zahlreichen Arbeiten dieser Zeit fanden einen gewissen Abschluss durch das Werk von Leuret und Gratiolet über das Gehirn der Wirbelthiere und ausserdem durch wirklich gross angelegte Monographien, von denen ich namentlich diejenige des Wolmarer Arztes Dr. Girgensohn über das Gehirn der Fische erwähne, weil sie im Jahre 1846 veröffentlicht, eine der, wie mir scheint, seltenen Arbeiten ist, die von grossen, zum Theil heute noch gültigen und lehrreichen Gesichtspunkten ausgehen. Natürlich beschäftigen sich alle diese Arbeiten nur mit der äusseren Form des Gehirnes. Das gilt auch für einige spätere, die von allgemein morphologischen Gesichtspunkten aus unternommen, uns gerade über die äussere Form genau belehrt haben. Hier wären die Werke von Gottsche, Viault, Valentin, Miclucho-Maklay, Baudelot u. A. zu nennen, die das Gehirn, speciell der Selachier und der Teleostier genauer durchgearbeitet haben. Das Gehirn der Amphi-

bien und der Reptilien ist vielfach von den vergleichenden Anatomen untersucht worden, doch giebt es für das allgemein morphologische wenig brauchbare ältere Literatur, ausser den Werken von Treviranus und von Carus.

Hier aber setzte dann die neuere Technik der successiven Querschnitte ein. Reissner zunächst, später in ausgezeichneter Weise Stieda haben zuerst versucht, in dem wirklich schwierigen Gebiete sich an Schnitten zurecht zu finden, und wir verdanken ganz besonders dem letztgenannten Autor die grundlegenden Studien über den inneren Bau des Gehirnes der niederen Wirbelthiere. Rasch folgten, nachdem Stieda einmal Vertreter der Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel geschnitten und abgebildet hatte, weitere Arbeiten im gleichen Sinne. Fast alle Thierklassen wurden von Mehreren untersucht. Den Fischen widmete Fritsch eine prachtvolle Monographie, deren Angaben dann später durch eine Arbeit von Mayser, die ich zu den klassischen der Hirnliteratur rechnen möchte, erweitert und zum Theil sehr modificirt wurden. Neben der Mayser'schen Monographie steht als ebenbürtig noch ein Werk, dessen Lectüre ich Ihnen auch besonders empfehlen möchte, die Beschreibung des Petromyzongehirnes von Ahlborn. Diese Arbeiten haben den Grund zu unserer heutigen Kenntniss vom Gehirne der niedersten Vertebraten gelegt. Noch haben sie, mangels guter technischer Methoden, vom feineren Aufbau relativ wenig nur berichten können. Erst die Untersuchungen des Italieners Guiseppe Bellonci, der mit ausserordentlicher Klarheit die Aufgaben erfasste, die sich bei derlei Untersuchungen bieten und mit grosser Präcision das Gewonnene darzustellen wusste, zeigten, welche Probleme hier noch der Lösung harrten. Bellonci ist noch jung gestorben, aber die wenigen kleinen Aufsätze, die er hinterlassen hat, gehören zum allerbesten, was wir auf diesem Gebiete besitzen. Einen wesentlichen Fortschritt erfuhr unsere Kenntniss des Gehirnes der niederen Vertebraten durch die entwicklungsgeschichtlichen und vergleichend anatomischen Studien Rabl Rückhardt's, dem wir nächst Stieda überhaupt erst die Möglichkeit verdanken, die einzelnen Gehirntheile mit den entsprechenden Theilen der längst schon besser gekannten Säuger zu homologisiren. Nun erst konnte ein frisches Voranarbeiten beginnen und bald zeitigten denn auch wichtige Arbeiten; überall wurden die gestellten und nun lösbar gewordenen Aufgaben in Angriff genommen. Drüben in Amerika, wo bereits Mason ein grosses vergleichend anatomisches Tafelwerk veröffentlicht hatte, arbeiteten Spitzka mit seinen Schülern, dann Osborn, dem wir wichtige Studien über die Commissuren und auch über das Amphibiengehirn verdanken, C. L. Herrick, der mit grossem Fleisse Vertreter aller niederen Klassen untersucht hat; in England erschienen die Studien von Sanders und von Elliot Smith, bei uns waren Wiedersheim, Köppen, Meyer, der Verfasser u. A. thätig. Doch ist oft noch mit völlig ungenügender Methodik gearbeitet worden, so dass trotz vieler Arbeit wenig zuverlässliches Material bisher vorliegt. Ver-

hältnissmässig am besten sind die Amphibien und Reptilien — Gaupp, P. Ramon, Verfasser — bearbeitet; auch von den Fischen sind einzelne Hirntheile wenigstens etwas bekannt. Am schlechtesten steht es noch um die Kenntniss des Vogelgehirnes. Seine Hemisphären haben noch gar keine ausreichende Bearbeitung erfahren, während von dem Zwischenhirn durch Boyce, Westphal, Münzer und Wiener, Verfasser und Wallenberg, von dem Mittelhirn und den Nervenursprüngen wenigstens durch S. R. y Cajal, v. Gehuchten und Brandis Einiges bekannt geworden ist.

Die älteste ausführliche Studie über das Vogelgehirn ist diejenige von Bumm.

Die Homologisirung wurde namentlich auch durch Burkhardt's vergleichend anatomische und Kupffers und His' vergleichend entwicklungsgeschichtliche Studien mehr und mehr erleichtert, welche erst die Wichtigkeit der Ein- und Ausstülpungen, die wir an den häutigen Gebilden des Gehirnes beobachteten, für derlei Vergleiche kennen lehrten.

Die Ansbeute, welche die vergleichende Anatomie für die Lehre vom Faserverlauf ergeben hat, ist bisher nicht so gross, als man erwarten dürfte. Gegenüber der Feststellung und Beschreibung der äusseren Form ist vielfach das Interesse am feineren Bau gering gewesen, obgleich ja eigentlich dieser Kern und jene nur die äussere Schale ist. Dazu kam die Unzulänglichkeit der Methoden, mit denen man sich lange behelfen musste. Nur Wenige vermochten in dem Gewirre der Bahnen, das auch bei den niedersten Wirbelthieren bereits vorhanden ist, einzelne Züge klar zu erkennen, einzelne Ganglien und Nervenursprünge zu unterscheiden. Denn so einfach und durchsichtig auch die äusseren Verhältnisse oft bei niederen Wirbelthieren sind, so ist doch der innere Bau, besonders in den hinter dem Zwischenhirn liegenden Hirngebieten, oft kaum minder complicirt, als bei den Säugethieren selbst. Die Zellen und Faserzüge, welche den einfachsten motorischen, sensorischen und psychischen Verrichtungen dienen, müssen ja wohl überall dieselben sein, und sie sind schon bei den Larven der Cyclostomen nicht mehr ganz einfach, durchsichtig.

Ich habe daher versucht, dadurch der Lösung unserer Aufgaben etwas näher zu kommen, dass die vergleichend anatomische Methode mit derjenigen der Markscheidenentwicklung combinirt wurde. Wir können ja jetzt jede einzelne Markscheide färben und verfolgen. In der That gelang es der vergleichend entwicklungsgeschichtlichen Methode, bei den Embryonen der niederen Wirbelthiere endlich die gesuchten ganz einfachen Verhältnisse aufzufinden und eine Anzahl Nervenbahnen sicher als allen Wirbelthieren zukommend zu ermitteln.

Von allergrösster Wichtigkeit für unsere Gesammtauffassung des Nervensystems waren aber die Entdeckungen, welche sich an die oben erwähnte Golgi'sche Imprägnationstechnik der Nervenzellen und an die vitale Methylenblaufärbung Ehrlich's anschlossen. An anderer Stelle wird über sie berichtet werden. Hier aber sei schon hervorgehoben, dass wir durch diese Erweiterung der Technik endlich in die Lage gekommen

sind, über die Beziehungen der Zellen zu einander. über den feineren Aufbau mehr Klarheit zu erlangen. Diesen Methoden verdanken wir die wichtigsten Entdeckungen, welche in den letzten Jahren auf dem Gebiete des Centralnervensystems gemacht worden sind, ihnen allein verdanken wir den Einblick in das bisher so gut wie ganz unbekannte Nervensystem der Wirbellosen und die Retzius dort geglückte Entdeckung, dass ein einzelnes Nervensystem unter Umständen in seinen sämmtlichen Beziehungen bei einem Wirbellosen zu übersehen ist. Durch die vortrefflichen Arbeiten dieses Forschers sind uns denn auch in rascher Folge das periphere und centrale Nervensystem von Vertretern zahlreicher Klassen der Wirbellosen bekannt geworden. Es ist zu erwarten, dass die Methode in ihrer heutigen Vervollkommnung durch S. y Cajal und durch Bethe uns ein besonders erfreuliches Fortschreiten der Erkenntniss ermöglichen wird.

Sie sehen, meine Herren, der Wege zum Ziele sind viele. Für jede einzelne Aufgabe wird man sich immer neu die Frage vorlegen müssen, welche Methode anzuwenden ist, vor Allem, wo man erwarten darf, den einfachsten Verhältnissen zu begegnen. Selten nur wird die Untersuchung von Organen des erwachsenen Menschen zu sicherem Ziel führen meist wird es nöthig werden, auf irgend einem Wege sich künstlich grössere Einfachheit zu schaffen.

Von Zeit zu Zeit hat man versucht, das, was über die feinere Anatomie des Centralnervensystems bekannt war, in eine schematische Zeichnung zu fassen. Die ältesten schematischen Darstellungen der Hirnfaserung, welche mir bekannt wurden, finden sich bei Descartes in dem Tractatus de homine, der 1662 erschien.

Von älteren hierher gehörigen Arbeiten ist namentlich das berühmte Schema von B. Stilling zu nennen. Grössere Gebiete umfassen Zeichnungen von Meynert (vom Rückenmark bis zu den Vierhügeln), von Aeby, von Flechsig und von Jelgersma (das ganze Centralnervensystem).

In den folgenden Vorlesungen, meine Herren, wollen Sie an vielen Stellen Wort und Bild auch nur als eine Art Schema betrachten. Sie verfolgen nur den Zweck, Ihnen die wichtigsten Thatsachen aus der Lehre vom Faserverlauf im Centralnervensystem möglichst übersichtlich vorzuführen. Dabei ist vieles Controverse, das sich noch nicht in den Gesammtplan einfügen lässt, nur kurz gestreift, gar manches Detail nicht erwähnt. Ueberall, wo es anging, sind nicht nur die auf rein anatomischem Wege gewonnenen Linien gezeichnet worden, sondern auch die Bahnen, welche aus gut beobachteten pathologischen Facten erschlossen werden konnten. Ein Schema ist nicht immer und überall ein Bild vom Faserverlauf, es ist oft genug nur die graphische Darstellung der Schlüsse, welche aus zahlreichen Beobachtungen gezogen werden konnten.

Ein Schema ist ein schwankendes Gebäude; es muss bald da, bald dort ausgebessert werden; es wird oft genug des Niederreissens und des Wiederaufbauens einzelner Theile bedürfen. Man hat die Berechtigung bestritten, Schemata aufzustellen auf einem Gebiete, das noch so viele Lücken auf-

weist, wie unser Wissen vom Bau des Centralnervensystems. Lassen Sie es uns aber mit dem alten Burdach halten, der da 1819 schrieb: „Das Sammeln einzelner Baustoffe ist es doch nicht allein, was noth thut. In jedem Zeitraume, wo eine neue Masse derselben gewonnen worden ist, mögen wir von Neuem darangehen, sie zum Gebäude zu fügen. Durch solche Gestaltgebung wird das Fortschreiten des Forschungsgeistes zu neuen Entdeckungen keineswegs gehemmt; vielmehr erfahren wir gerade erst, wenn wir das Ganze überschauen, die Lücken unserer Kenntnisse und lernen einsehen, welche Richtungen die Forschung künftig nehmen muss. Möge der Versuch eines solchen Baues sich immer wiederholen. Keiner geht vorüber, ohne dem Wissen förderlich gewesen zu sein.“

Von **älteren** Gesammtdarstellungen des Centralnervensystems seien die folgenden erwähnt: Kölliker, Handbuch d. mikroskop. Anat. Leipzig 1854. — Meynert, Vom Gehirne der Säugethiere: Stricker's Handb. d. Lehre von den Geweben. 1870. — Henle, Handbuch d. Anatomie d. Nervensystems. Braunschweig 1879. — Luys, Recherches sur le Système nerveux cérébrospinal. Paris 1865. — Wernicke, Lehrb. d. Gehirnkrankh. I. Cassel 1881. — Schwalbe, Lehrb. d. Neurologie. Erlangen 1881. (Enthält die meiste Literatur bis 1881.) — Von **neueren** Werken nenne ich: v. Lenhosseck, Der feinere Bau des Nervensystems. 2. Aufl. Berlin 1895. — V. Horsley, The structure and functions of the brain and spinal cord. London 1892. — Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. 3. Aufl. Wien 1896. — Mendel, Artikel „Gehirn“ in Eulenburg's Realencyklopädie. 3. Aufl. Wien 1895. — Féré, Traité élémentaire d'Anatomie médicale du système nerveux. 2. Aufl. Paris 1891. — Brissaud, Anatomie du cerveau de l'homme. Atlas und Text. Paris 1893. — Van Gehuchten, Le système nerveux de l'homme. Lierre 1893. — Charpy, Système nerveux in: Poiriers Traitè d'Anatomie humaine. Paris 1894. — Kölliker, Handbuch d. Gewebelehre. Bd. II. 1896. — Bechterew, Die Leitungsbahnen u. s. w. Leipzig 1898. — J. Déjèrine u. Mad. Déjèrine-Klumpke, Anatomie des centres nerveux. Paris 1895. — S. Ramon y Cajal: El systema nervioso del Hombre e de los Vertebrados. Madrid 1897/98.

Die ausführlichste Beschreibung des feineren Aufbaues giebt Köllikers Buch, die genaueste Topographie dasjenige von Déjèrine. Als Tafelwerke von besonderem Werth seien genannt: G. Retzius: Das Menschenhirn, Stockholm 1896, durch Abbildungen und Text weitaus das Vollkommenste, was wir über die makroskopische Anatomie besitzen, und C. Wernicke: Atlas des Gehirns. Breslau 1897; sowie Nebelthau: Schnitte durch das menschl. Gehirn. Wiesbaden 1898, welche z. Th. sehr gute Abbildungen zahlreicher Schnitte in allen Richtungen geben.

Ziemlich vollständige Referate über alle Einzelarbeiten im Bereiche der Hirnanatomie bringen meine seit 1885 erscheinenden Jahresberichte in Schmidt's Jahrbüchern der gesammten Medicin. Von dem regen wissenschaftlichen Arbeiten auf diesem Gebiete zeugt die Angabe, dass von 1885—1898 nicht weniger als 2377 Studien zur Anatomie des Centralnervensystemes in diesen Berichten erwähnt sind.

Zweite Vorlesung.

Grundbegriffe. Ganglienzelle und Nerv.

Die Bedeutung und Stellung des Centralnervensystems der Wirbelthiere kann nur voll verstanden werden, wenn man seine Abstammung und seine Beziehungen zum peripheren Nervenapparat, auch zu den Sinnesorganen, einer Würdigung unterzieht.

Der Centralapparat steht nämlich keineswegs so absolut isolirt, so durch morphologische und physiologische Unterschiede vom peripheren Apparat getrennt da, wie man es noch bis in die jüngste Zeit hinein vermuthet hat.

Beiden gemeinsam ist bei Wirbellosen und Wirbelthieren die Abstammung von der Zellschicht, welche die Embryonalanlage überzieht, dem äusseren Keimblatt. Ein Theil dieser dünnen Lamelle senkt sich in länglicher Rinne in die Tiefe, um, allmählich sich abschliessend, zu der röhrenförmigen Anlage des Centralnervensystems zu werden, ein anderer dicht neben jener Rinne beiderseits liegender bildet die Anlage der Spinal- und Kopfganglien. Viele zerstreut liegende Stellen weisen Zellen auf, welche, auch beim ausgebildeten Thiere in den äusseren Bedeckungen liegen bleibend, Hautsinnesapparate bilden oder, sich mehr oder weniger in die Tiefe senkend, die Anlage anderer Sinnesorgane, des Gleichgewichtsapparates, des Riech- und Hörapparates bilden. Dieses relativ einfache Bild wird nun dadurch um ein weniges complicirter, dass manche Anlagen, welche bei den Wirbellosen völlig in der Peripherie bleiben, bei Wirbelthieren dicht an den Centralapparat sich legen und mit diesem verschmelzen; auch dadurch, dass, wenn einmal die Nervenrinne geschlossen ist, von ihr aus Zellcomplexe wieder hinaus in die Peripherie wandern, um da später als selbständige, zerstreute Nervenknoten weiter zu leben.

Die längliche Platte geschichteten Epitheles, welche zur Rinne eingebogen, die Anlage des Centralnervensystemes darstellt, heisst Markplatte. Schon sehr früh treten in ihr, wie jetzt für Vertreter aller Wirbelthierklassen nachgewiesen ist, Veränderungen auf, welche zur Bildung von verschiedenen Zellarten führen.

Anfänglich bilden sich aus dem Keimepithel wesentlich nur die Epithelien des centralen Hohlraumes, wobei es zur Bildung von Zwischenstadien, grossen runden protoplasmareichen Zellen, den „Keimzellen“ von His kommt, bald aber entwickeln sich aus diesen Zellen auch die Ganglienzellen. Sie bleiben natürlich nicht in der nächsten Umgebung des centralen Hohlraumes liegen, wandern vielmehr weiter nach aussen, so periphere Theile des Nervensystemes anlegend. Aus ihnen wächst später der Axencylinderfortsatz aus, und noch später treten zahlreiche Nebenfortsätze am Zellkörper auf, die Zelle so zu einem multipolaren Gebilde stempelnd.

Es existirt nun noch eine Meinungsdifferenz darüber, ob die Keimzellen nur Ganglienzellen liefern (His) oder ob sie noch völlig indifferente Gebilde sind (Schaper), aus denen auch die Stützzellen des Nervensystemes hervorgehen können. Jedenfalls werden nicht alle Zellabkömmlinge des Keimepithels zur Umkleidung des centralen Hohlraumes oder zu Ganglienzellen verbraucht. Es entstehen durch Zelltheilung sehr viel mehr neue Gebilde, und man kann erkennen, dass diese dann weiter und weiter vom Hohlraum abrücken, mit dessen Wand sie oft noch durch einen dünnen Faden zusammenhängen. Die Endausläufer dieser Zellen bilden, sich verzweigend, ein Netzwerk, welches beim Erwachsenen die ganze Substanz des Centralnervensystems durchzieht, sich auch in bestimmten Zonen mehr als in anderen verdichtet. Diese Zellen, welche einen Theil des Gerüst-

werkes herstellen, nennt His, ihr Entdecker, Spongioblasten, die unfertigen Ganglienzellen hat er als Neuroblasten bezeichnet.

Dass aus der Markplatte so zweierlei Zellen werden, das ist nur für die Wirbelthiere, hier allerdings für Vertreter aller Ordnungen nachgewiesen, bei den Wirbellosen entstehen jedenfalls die Ganglienzellen auch aus der Ectodermschicht; ob und wie weit bei jenen echte Stützsubstanz vorhanden ist, das ist noch nicht entschieden. Bei den niedersten Vertebraten ist bisher auch die netzförmige Stützsubstanz noch nicht gefunden worden.

Ist das Centralnervensystem einmal über die ersten Entwicklungspunkte hinaus, so zeigen sich histologisch schon im Wesentlichen die Verhältnisse, denen man im ausgebildeten Zustande begegnet.

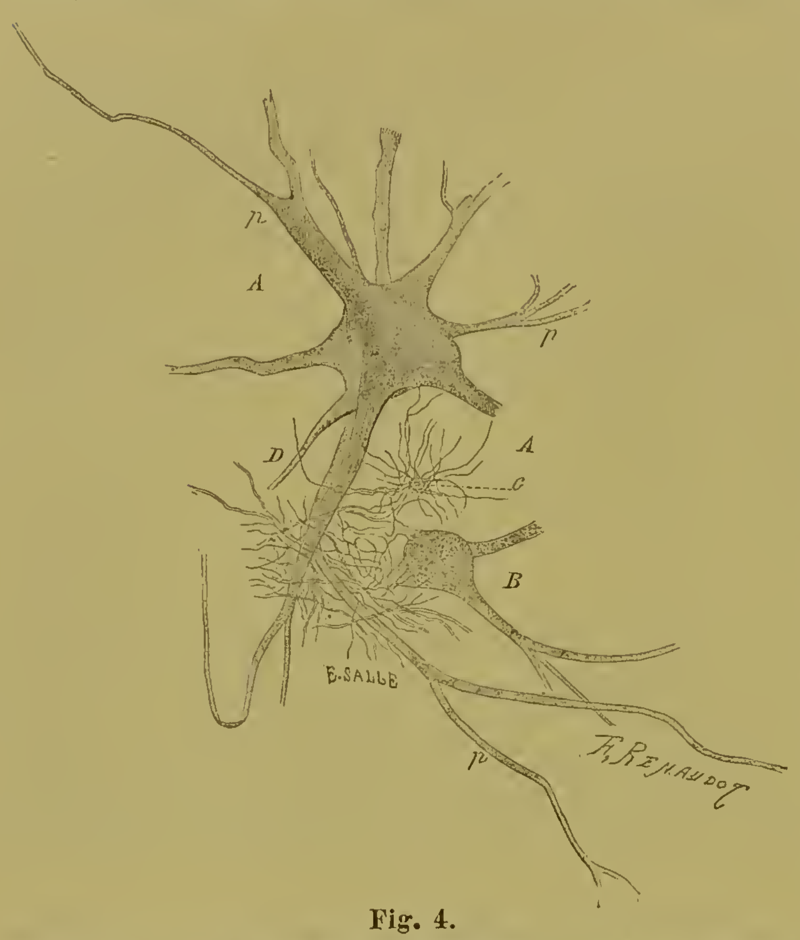


Fig. 4.
Nach Ranvier. Aus einem Rückenmarkstückchen. *A* u. *B* Ganglienzellen, bei *D* Axencylinder, *p* Protoplasmafortsätze, *C* Neurogliazellen.

Diesen wollen Sie nun für kurze Zeit Ihre Aufmerksamkeit schenken.

Das ganze Centralorgan wird aufgebaut von der Gerüstsubstanz und der Nervensubstanz. Die erstere wird zunächst repräsentirt durch die Scheiden der zahlreichen Gefässe, welche als stärkeres Gerüst das Organ überall durchziehen, dann aber durch die Neuroglia.

Die Neuroglia besteht aus einer ungeheuren Masse feiner Fädchen von recht verschiedenem Kaliber, welche das ganze Centralorgan durchziehen und, indem sie unendlich viele Ueberkreuzungen haben, ganz das Bild eines feinen Flechtwerkes darstellen. An manchen dieser Ueberkreuzungsstellen liegen dünne Zellplättchen den Fasern an. So entsteht der Anschein, dass die Gliafasern aus diesen Zellen — „Deiters'sche Zellen entspringen (*c* der Figur 4).

Das Netz der Neuroglia verhält sich an verschiedenen Stellen des Centralnervensystems etwas verschieden und bildet hier und da dichte, zum Theil von Nervensubstanz ganz freie Anhäufungen; so überzieht

namentlich eine breite Zone fast reiner Gerüstsubstanz die ganze Oberfläche von Gehirn und Rückenmark, erstreckt sich auch zapfenförmig in die einzelnen Wurzeln noch ein Stück hinein. Ebenso begegnet man an der inneren Oberfläche des Centralnervensystems, dicht unter dem Epithel, das diese auskleidet, einer besonders reichen Entwicklung von Neuroglia. In der grauen Substanz ist das Flechtwerk theils dichter als in der



Fig. 5.

Epithelzellen und Neurogliazellen in der Umgebung des Centralkanals. Schnitt durch das Rückenmark eines menschlichen Embryo von 23 Cm. Länge. Nach v. Lenhossek. Behandlung mit der Golgi-Cajal'schen Methode. Man beachte, dass nur ein Theil der Zellen den Silberniederschlag angenommen hat. Das ist ein Vortheil des in der Einleitnng erwähnten Verfahrens, weil es nur dadurch bei dem grossen Faserreichthnm möglich wird, das, was zu einzelnen Zellen gehört, richtig zu erkennen.

weissen, theils weniger dicht. Grössere Nervenzellen werden häufig so umsponnen, dass sie in einem engmaschigen Korbe zu liegen scheinen.

Die Neuroglia ist ein ganz eigenartiges Gewebe, das nur im centralen Nervensysteme der höheren Vertebraten bis jetzt gefunden worden ist — nur der Sehnerv besitzt noch Glia —, das sich durch seine Färbungsverhältnisse absolut von anderen Gewebsarten abgrenzen lässt, und sich auch bei pathologischen Processen in besonderer Weise verhält.

Wenn irgendwo im Centralnervensysteme Nervensubstanz durch Erkrankung ausfällt, so wuchert immer Glia in die leer werdenden Stellen. Nur wo auch ihre Elemente, wie das bei Substanzdefecten ja vorkommt, mit zerstört worden sind, und wo ihre Wachsthumsenergie allein nicht zur Ausfüllung grosser Defecte genügt, hat die Ausfüllung mit Glia ihre Grenze (Weigert).

Die Epithelzellen bleiben zum Theil als Umgrenzung des centralen Hohlraumes des Nervensystems bestehen. Dann senden sie, bei allen niederen Wirbelthieren dauernd bis in das reife Leben, peripherwärts einen Ausläufer, der sich zumeist etwas verzweigt und erst an der Peripherie dicht unter der Pia sein Ende erreicht. Dort trifft man oft eigenthümliche Anschwellungen der Zellenden, aus denen, ganz wie bei den Epithelien der Sinnesorgane, ein dünner Stift herausragt. Beim Menschen und den höheren Säugern scheinen in der postembryonalen Periode die Endausläufer der Epithelien nicht mehr überall bis an die Peripherie zu reichen. Das Epithel des Centralnervenrohres trägt Flimmern.

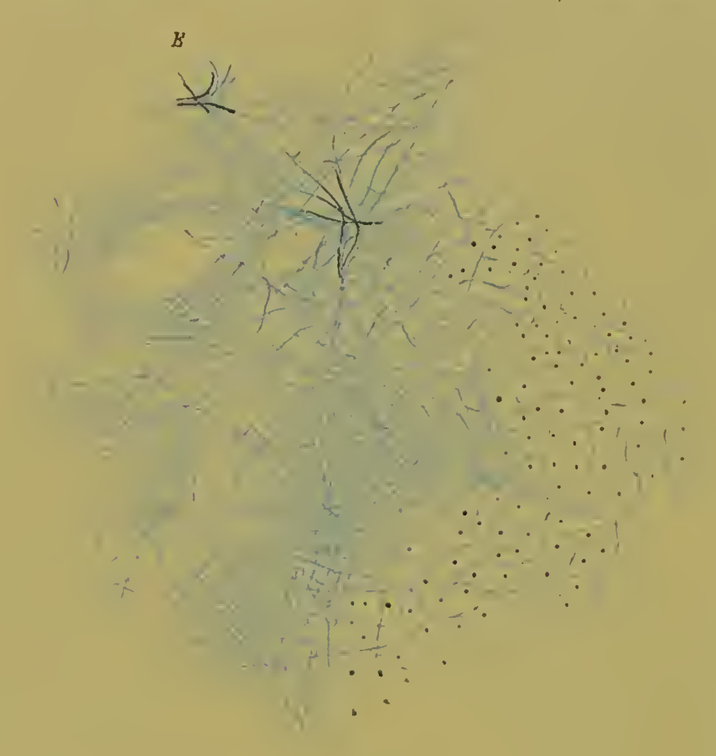


Fig. 6.
Neuroglia an der Grenze von weisser und grauer Substanz. Nach einem Originalpräparat von C. Weigert. Neurogliafasern blau, Axencylinder schwarz.

Auf der Abbildung Figur 6 finden Sie einen Schnitt durch das Neuroglianetz der grauen Substanz beim erwachsenen Menschen, wie es sich durch die Weigert'sche Färbung darstellen lässt.

Das eigentliche Nervengewebe, welches die Hohlräume des geschilderten Netzwerkes erfüllt, besteht aus Ganglienzellen, Nervenfibrillen und Nervenfasern. Die Gestalt der Ganglienzellen ist eine ausserordentlich verschiedene. Rundliche, fast kugelförmige Gebilde von geringer Grösse mit spärlichen Fortsätzen, multipolare Organismen mit zahlreichen Ausläufern von der zwanzigfachen Grösse jener kleinsten Zellen kommen vor. Im Lobus nervi vagi von Torpedo und im verlängerten Mark der Neunaugen liegen so enorme Ganglienzellen, dass man sie leicht mit blossem Auge sieht; ja wir kennen im Rückenmark des elektrischen Aals, des Malapterurus, zwei isolirt liegende Ganglienzellen von solcher Grösse, dass die mächtige einzige Nervenfaser, welche

jede aussendet, genügt, um das ganze, sehr grosse elektrische Organ zu innerviren.

Nicht nur Grösse und Aussehen der verschiedenen Ganglienzellarten sind verschiedene, es weisen Untersuchungen von Nissl ganz direct darauf hin, dass auch ihre biologische Stellung keine einheitliche ist. Man kann, wie dieser um die ganze Lehre von der Ganglienzelle so wohlverdiente Forscher gezeigt hat, nachweisen, dass bestimmte Gifte nur bestimmte Zellarten schädigen, andere intact lassen. Dieses Verhalten ist so typisch, dass man es geradezu zu einer Diagnose der einzelnen Zellarten benutzen kann. Für die Pharmakologie ist es noch nicht ausgenutzt.

Ueber den feineren Bau der Ganglienzellen und ihrer Ausläufer haben wir erst Näheres erfahren, seit es gelang, sie mit bestimmten Farben oder Metallsalzen zu imprägniren, namentlich seit man weiss, dass Substanzen in den Zellen vorkommen, welche sich mit bestimmten Farbstoffen electiv färben. Was ich Ihnen hier mittheile, ist nicht einzelnen Färbungen entnommen, sondern mag Ihnen als das Facit gelten, das man heute aus dem Resultate der verschiedenen Behandlungs-Methoden ziehen kann. Je nach der technischen Behandlung der Präparate erhält man nämlich sehr verschieden aussehende Bilder von Ganglienzellen. In Figur 4 sind zwei Ganglienzellen abgebildet, wie sie sich nach Behandlung mit Carmin und Picrocarmin darstellen. Figur 12 zeigt dann nach Golgi behandelte Zellen, an welchen der Silberniederschlag in einer früher unerreicht schönen Weise die Ausläufer erkennen lässt. Von der Structur der Zelle ist aber nichts zu erblicken. Structurbilder, wie sie namentlich bei Untersuchungen im Bereich der Pathologie wichtig sind, bekommt man nur auf anderen Wegen. Die drei stark vergrösserten Zellen auf Figur 7 zeigen, was bisher hier die mikroskopische Technik leistet. Viele Ganglienzellen führen Pigment von braungelber Farbe. In den beiden erwähnten Zellen ist seine Lage durch die schwarze Schraffirung angedeutet.

Die Arbeiten über die innere Structur der Ganglienzellen deren Neubelebung wir wesentlich den Studien Nissl's verdanken, haben noch nicht zu abschliessenden Resultaten geführt. Vorwiegend weil die Bedeutung der feinen Zeichnungen noch nicht klar ist, welche in dem Inneren der Zellen nach Vorbehandlung mit Sublimat, mit Alcohol etc. und nachfolgender Färbung in basischen Anilinfarben auftreten; auch weil noch nicht absolut überall sicher gestellt ist, wie weit Einzelnes von diesen Zeichnungen auf dem Einfluss der Reagentien selbst beruht. Immerhin haben gerade Nissl's Studien, der den Nervenzellenkörper ganz besonders mit Alcohol zu fixiren räth, zu sehr wichtigen und bereits verwerthbaren Resultaten geführt. Im Zellleib aller Nervenzellen trifft man nach Fixirung in Alcohol Substanzen, die sich mit Farbbasen tingiren, und solche, die damit nicht färbbar sind. Erstere treten in verschiedenen Zellen, ja wahrscheinlich in verschiedenen Zuständen der gleichen Zelle, in verschiedenen Anordnungen auf. Auch existiren bedeutende Unterschiede in der Färbbarkeit. Man begegnet da Körnchen, Fäden und

Spindeln, sowie noch mancherlei anderen regelmässigen und unregelmässigen gefärbten Gebilden, von denen nur einige durch Lage und Form heute schon besser charakterisirt sind (Kernkappen, Verzweigungskegel u. s. w.). Diese Anordnungen können so verschieden sein, dass Nissl innerhalb des Begriffes „Ganglienzelle" eine ganze Anzahl verschiedener Zellarten abscheiden konnte. Auch innerhalb des Kernes sollen

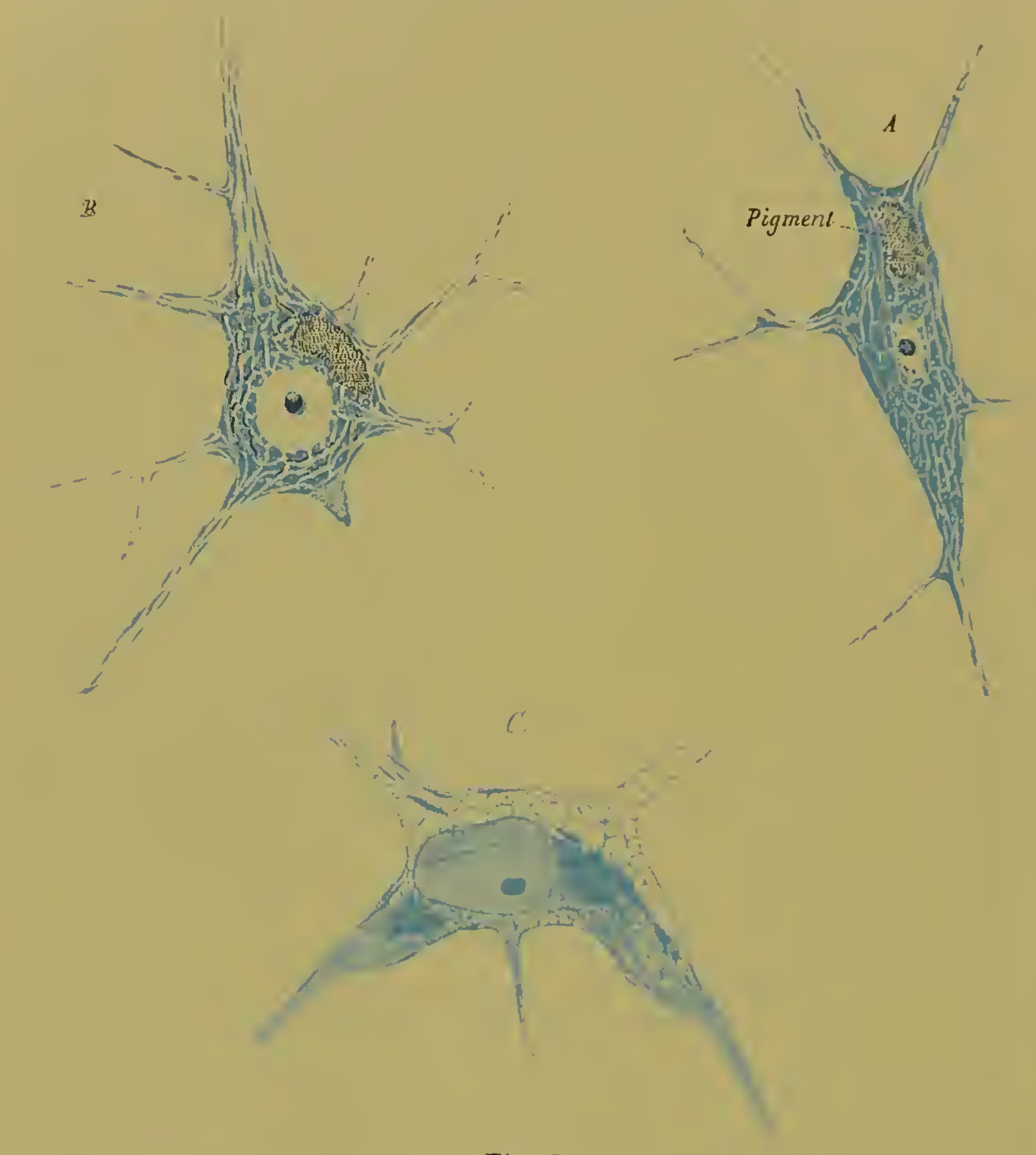


Fig. 7.

Drei verschiedene Typen von Ganglienzellen. Färbung der tingirbaren Substanzen. Originalzeichnungen von Nissl. *A* und *B* stammen aus dem Vorderhorne des menschlichen Rückenmarkes, *C* aus einem Kerne der Oblongata. Solche Typen unterscheidet Nissl je nach Färbbarkeit und Anordnung der Granula eine ganze Reihe, Ausserdem hat jeder Typ noch verschiedene Erscheinungsweisen.

nach diesem Autor bestimmte Differenzen vorkommen, die er denn auch bei der Zellunterscheidung mitbenutzt.

Trifft irgend eine Schädigung die Ganglienzelle, sei es dass ein Gift eingreift, oder dass die Function eine übermässige ist, oder dass der Axencylinder abgetrennt wird, oder die Blutzufuhr behindert wird, immer

entstehen innerhalb der färbbaren Substanz Veränderungen, die bei intensiver Schädigung zu fast völligem Verschwinden derselben führen können. Aber es ist, bleibt nur der Kern ungeschädigt, Restitutio ad integrum wieder möglich.

Das Studium dieser Zellveränderungen ist, wie Sie leicht einsehen von der allergrössten Wichtigkeit. Eröffnet es uns doch endlich einen Einblick in die feineren Vorgänge während der Function selbst.

Man hat in den letzten Jahren nicht nur die Zellveränderungen untersucht, welche durch pathologische Processe oder auch durch experimentelle Eingriffe gesetzt werden, sondern man ist auch dazu übergegangen, direct den Einfluss der Zellfunction auf das Structurbild zu erforschen. In mancherlei Punkten widersprechen sich die bisher erlangten Resultate. Nur in einem scheint Uebereinstimmung zu herrschen. Bei der functionellen Inanspruchnahme der Nervenzellen scheinen die sich besonders intensiv färbenden Zellsubstanzen, diejenigen, welche durch ihre Anordnung der Zellzeichnung das Charakteristische geben — man hat sie Nissl'sche Körper genannt — abzunehmen, und die Zellen lichten sich dadurch. Solche intensiv färbbaren Substanzen sind zwar noch nicht in allen Zellen gefunden, aber was ich Ihnen da mittheilte, hat sich in mannigfachen Versuchen gezeigt. Es war an den Rückenmarkszellen von Hunden zu constatiren, die Mann durch Treppenlaufen ermüdet hatte, und an den Rindenzellen der ermüdeten Sehsphäre bei Thieren, deren eines Auge von ihm intensiver Belichtung ausgesetzt war. Es hat sich auch an den grossen Rückenmarkszellen von Hunden gezeigt, bei denen F. Pick durch Rindenreizung Beinkrämpfe erzeugt hatte.

Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass diese sich intensiv färbenden Zellsubstanzen aus einem Materiale bestehen, welches direct der Zellfunction dient und durch dieselbe aufgebraucht wird.

Dass sie mit der eigentlichen Nervenleitung nichts zu thun haben, dafür haben sich so vielerlei Anhaltspunkte ergeben, dass man seit langem und eifrigst nach einer morphologischen Unterlage für jene gesucht hat. Vor Jahren hatte Max Schultze behauptet, dass innerhalb der grossen Ganglienzellen zahllose feine Fäserchen einherzögen, welche sich in die Fibrillen des Axencylinders fortsetzten. Diese intracellulären Fibrillen sind dann in den letzten Jahren von vielen Autoren wieder gesehen worden, aber ihre Bedeutung konnte man nicht voll erfassen, so lange sie nur da und dort und immer nur in kleinen Stückchen sichtbar wurden. Ja von vielen tüchtigen Forschern ist diese Präexistenz der Fibrillen sehr bestritten worden. Da gelang es Apáthy eine Methode zu finden, welche specifisch die Fibrillen färbt, aus denen der Axencylinder jeder Nervenfaser zusammengesetzt ist. Er konnte zeigen, wie diese Fibrillen in die Zelle eintreten und da, je nach der Thierart oder der Zellart sich verschieden verhalten. Namentlich bilden viele Fibrillenbündel bei Würmern intracelluläre Plexus. Apáthy hat dann in einer späteren Arbeit die Fibrillen bei Evertebraten genauer studirt, überall ihr Vor-

kommen und Verhalten gesichert. Er hat sie auch bei einigen Vertebraten gesehen. Später hat direct im Anschluss an die Apáthy'schen Studien, aber mit verbesserter Technik, Bethe die Fibrillen in den Ganglienzellen der Vertebraten electiv dargestellt. Sie liegen genau in den Lücken, welche die gefärbte Substanz der Zellen lässt.

Ich lege Ihnen hier nun zwei von Bethe mit allen ihren Fibrillen gefärbte Zellen vor.

An der einen Zelle, welche aus der Hirnrinde stammt, sehen Sie die Fibrillen durch alle Fortsätze, welche der Zellleib zeigt, eintreten, resp. die Zelle verlassen. Sie sehen, dass ein Theil der aus der Zelle heraustretenden Fortsätze sich zunächst ungemein dicht aneinander legt, um dann wieder

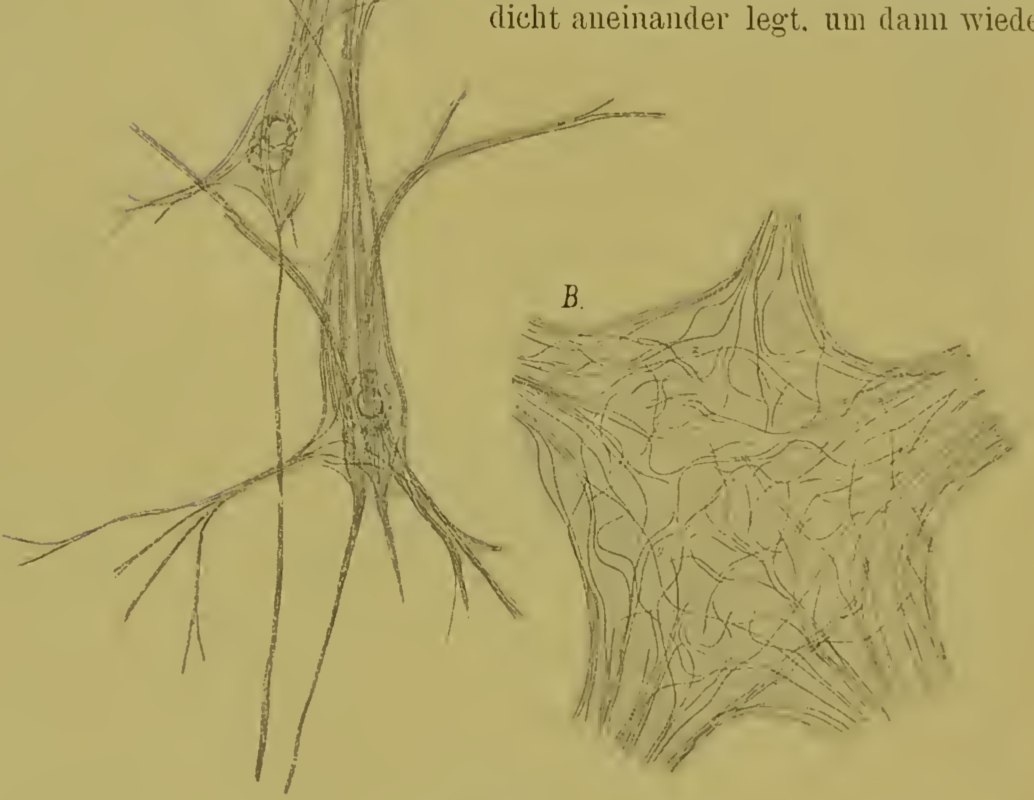


Fig. 8.

Fibrillen in Ganglienzellen. A. in grossen Zellen des Gyrus centralis der Hirnrinde. B. Motor. Zelle aus dem Lendenmarke. Beide Zellen vom Menschen. Nach Bethe.

einen etwas breiteren Raum einzunehmen. Das findet man fast regelmässig an einem der Zellfortsätze. Es ist der später zu erwähnende Axencylinder.

Complicirter verhalten sich die Fibrillen in der zweiten Zellart, einer motorischen Vorderhornzelle, sie splittern nämlich da zu mannigfach gewundenen Bahnen auf, deren Beziehungen zu den einzelnen Ausläufern

noch nicht ganz geklärt sind. Eines aber liess sich bisher immer feststellen: Die Fibrillen enden nicht in der Ganglienzelle, sie erfahren in dieser nur eine Umlagerung und kommen in ihr mit den vorerwähnten durch Function oder Erkrankung verschwindenden Stoffen irgendwie in Beziehung.

Um die Ganglienzellen legen sich oft oder immer die Ausläufer von Axencylindern anderer Zellen. Häufig stellen sie ein ausserordentlich feines Netzwerk dar, welches nicht nur die Zelle, sondern auch ihre Dendriten weithin umhüllt. Semi Meyer, Held; anderemale sind es Netze von weiteren Maschen. Figur 245 zeigt diesen letzteren Typus.

Ausser von Ganglienzellen, Neuroglia und Nervenfasern wird die graue Substanz noch aufgebaut von den mannigfachen Aufzweigungen, welche die in sie eintretenden Nervenfibrillen aus Nervenfasern und aus Ganglienzellen bilden.

Für die Vertebraten ist der Aufbau gerade dieses Bestandtheiles des centralen Graues noch recht unbekannt. Wir wissen nur, dass er existirt, und kennen an einzelnen Stellen auch seine ungefähre Ausdehnung. So in der Hirnrinde. Hier hat Nissl gezeigt, dass zwischen den Ganglienzellen ein nicht von Glia, directen Zellfortsätzen etc. ausgefüllter Raum existirt, welcher für verschiedene Thiere verschiedene Ausdehnung hat und beim Menschen — es wurde eine bestimmte Stelle der Centralwindungen verglichen — am grössten ist.

Mehr wissen wir über den Fibrillenapparat bei den Wirbellosen, wo er durch ältere Studien von Leydig, Haller u. A. wahrscheinlich gemacht, neuerdings von Apáthy direct demonstrirt worden ist.

Dieser hat gezeigt, dass die ausserordentlich feinen Netzwerke, die bei den Wirbellosen das Centralorgan überall durchziehen, ganz aus gleichstarken Fäserchen zusammengesetzt sind. Er nennt sie Elementarfibrillen, weil sie durch Spaltung der aus den einzelnen Zellen heraustretenden Fibrillen entstehen.

R. Wagner hat zuerst gezeigt, dass aus vielen Ganglienzellen nur ein Fortsatz direct bis in den Nerv hinein verfolgt werden kann, und andere Forscher haben das bestätigt. Diesen Fortsatz bezeichnet man als „Neurit", auch als „Axencylinderfortsatz", oder als „Stammfortsatz". Was aus den Axencylindern wird, welche nicht in Nerven gehen, welche Rolle die anderen Fortsätze der Zelle, die „Protoplasmafortsätze" oder „Dendriten" spielen, das blieb ganz dunkel, bis Gerlach 1870 angab, alle jene Fortsätze bildeten unter einander ein Netz, und diesem entstammten dann wieder Nervenfasern.

Im Laufe der letzten Jahre haben unsere Kenntnisse hier eine ganz ungeahnt grosse Erweiterung erfahren. Ermöglicht wurden diese durch die Fortschritte der histologischen und der farbenphysiologischen Technik. Es ist zuerst Bellonci durch Osmiumfärbungen, dann in noch überzeugenderer Weise Golgi durch Behandlung der Zellen mit Sublimat- oder auch mit Silberniederschlägen gelungen, nachzuweisen, dass aus einigen Zellen die Axencylinder direct in Nervenfasern übergehen, dass

aus anderen Zellen aber Axencylinder stammen, welche sich zu einem Netz verzweigen. An der Bildung dieses Netzes sollen auch Seitenzweige der Axencylinder theilnehmen, welche von den Zellen des erst geschilderten Typus stammen. Aus dem Nervennetz gingen dann, meinte Golgi, wieder Nervenfasern hervor. Es gäbe also eine doppelte Ursprungsart von Nervenfasern: eine directe, und eine erst durch ein Netz vermittelte. Die Dendritenfortsätze der Zellen sollten mit der Bildung von Nervenfasern nichts zu thun haben. Ihnen falle vielmehr vielleicht eine ernährende Rolle zu.

Was Golgi aus zahlreichen, zum Theil sehr complicirten Bildern von der Hirnrinde und dem Rückenmarke des Menschen und der Säuger geschlossen hatte, das hat B. Haller, welcher an den Ganglien von Mollusken und Würmern arbeitete, wo die histologischen Verhältnisse sehr übersichtlich sind, direct zu sehen vermocht. Nach seiner Ansicht stammt aber jenes Netz aus den unter sich wesentlich gleichwerthigen Zellfortsätzen. Durch diese Arbeiten, ebenso durch Studien von Nansen u. A. schien der Nachweis erbracht, dass es eine doppelte Ursprungsart von Nervenfasern, eine directe und eine durch jenes Netz vermittelte, gebe.

Aber es hat sich bald gezeigt, dass diese schönen Funde nur den Weg zu anderen, viel weiter tragenden eröffnet hatten. Ein spanischer Gelehrter, S. Ramon y Cajal, der mit der Golgi'schen Silbermethode arbeitete, hat in rascher Folge eine Anzahl von Arbeiten veröffentlicht, deren Resultate, durch Kölliker, Gehuchten, Waldeyer, Lenhosseck u. A. controlirt und erweitert, uns zu einer Anschauung vom Aufbau des Nervensystems geführt haben, welche sich vielfach als anregend und klärend erwiesen hat.

Die Golgimethode hat die merkwürdige Eigenschaft, dass sie fast immer die Zellen mit den zugehörigen Ausläufern isolirt färbt. Man kann oft in Schnitten, die sonst fast gar nicht imprägnirt sind, eine einzelne Zelle bis in ihre allerfeinsten Verzweigungen hinein geschwärzt finden. Fast niemals sieht man die Ausläufer einer Zelle mit denjenigen einer anderen direct zusammenhängen. Auch in Präparaten, die mit der vitalen Methylenblaumethode hergestellt sind, erscheinen die Zellen mit ihren Ausläufern von benachbarten Zellen mehr oder weniger deutlich isolirt. Diese anatomischen Beobachtungen führen zu dem Schluss, dass jede Zelle mit ihren Ausläufern ein Ganzes bildet, das für sich dasteht und nur durch Contact mit benachbarten Fasern und Zellen zusammenhängt.

Diese Einheit, welche zuerst von S. Ramon y Cajal concipirt wurde, nannte Waldeyer, alle bis dahin bekannten Studien zusammenfassend, ein **Neuron**. Er konnte dabei sich auch auf entwicklungsgeschichtliche Arbeiten von His stützen, den seine Studien zu gleicher Anschauung geführt hatten. Vielleicht hätte die **Neurontheorie**, wie bald diese Auffassungsart genannt wurde, gar nicht so schnell und so intensiv die Anschauungen fast aller Forscher beeinflusst, wenn ihr nicht von ganz anderer Seite her mächtige Stützen geworden wären. Die Erfahrungen der ex-

perimentellen Pathologie und der pathologischen Anatomie lehren überall, dass, wenn eine Ganglienzelle erkrankt oder verletzt wird, die Veränderungen sich zunächst nicht weiter fortpflanzen, als die Fortsätze eben jener Zelle reichen. Namentlich liess sich das an den Axencylindern der peripheren Nerven nachweisen, deren oft viele Centimeter langer Verlauf sehr wohl studirt werden kann. Sie sind in ihrem Bestande durchaus von dem Zusammenhange mit einer normalen Zelle abhängig. Forel, welcher sehr vielfach derartige Entartungen nach experimentell gesetzten Verletzungen am Nervensystem auftreten sah, zog deshalb den gleichen Schluss, zu welchem die Anatomen gekommen waren, den Schluss, dass jede Zelle mit ihrem Ausläufersystem ein in gewisser Art selbständiger Organismus sei. Er und Monakow, der dann jene Studien speciell ausbaute, kamen also aus Gründen, welche ihnen die Pathologie bot, ebenfalls auf die Neurontheorie. Eine Wechselwirkung mit den gleichzeitigen anatomischen Entdeckungen fand natürlich statt.

Allmählich bildete sich bei der Mehrzahl derjenigen, welche sich mit dem Aufbau des Nervensystems beschäftigten, die Ansicht aus, dass das Nervensystem aufgebaut sei aus über einander geschichteten Neuronen, in der Art etwa, dass die Ausläufer einer Zelle sich nach kürzerem oder längerem Verlaufe irgendwie an den Körper oder die Ausläufer einer anderen Zelle anlegten. Man dachte sich die gesammte Nervenleitung zusammengesetzt aus Neuronen erster, zweiter, dritter u. s. w. Ordnung.

Es ist gar kein Zweifel, dass die Neurontheorie in anatomischen und in pathologischen Dingen ausserordentlich anregend und fruchtbringend gewirkt hat; erklärt sie doch mancherlei bis dahin unklare Vorgänge und lässt sie doch auch den bisher so verwickelt erscheinenden Bau des Nervensystems viel einfacher erscheinen.

Was im Laufe der nächsten Jahre von anatomischer Seite beigebracht wurde, liess sich recht wohl mit der Neurontheorie vereinigen.

Aber diese ganze Anschauungsweise ist doch noch nicht allgemein acceptirt.

Die Einheit des Neuron im biologischen Sinne ist nicht mehr zu bestreiten. Es giebt nun doch allzuviele Erfahrungen, die im Gebiete der Pathologie gesammelt sind, Erfahrungen, welche gar nicht anders erklärbar sind, als durch die Annahme, dass jede Nervenzelle mit allen ihren Ausläufern ein selbständiger Organismus ist, der isolirt zur Erkrankung, isolirt zum Schwund gebracht werden kann. Ja längst, ehe man den Begriff des Neuron gemünzt hatte, war dieser Begriff der biologischen Einheit jeder Zelle von der pathologischen Anatomie concipirt worden.

Eine andere Frage aber, die noch nicht mit aller Sicherheit gelöst scheint, ist die, ob die einzelnen Neurone wirklich immer anatomisch isolirt existiren, ob nicht doch durch die Fibrillen, zuweilen wenigstens, wirkliche Verbindungen zwischen je zwei Neuronen geschaffen werden. Wir wissen durch gute Beobachter, dass Anastomosen zwischen Ganglienzellen vorkommen können, und haben durch Apáthy erfahren, dass inner-

halb solcher Anastomosen, bei Würmern wenigstens, Fibrillen aus einer Zelle in die andere eintreten können.

Gegenüber den zahlreichen Beobachtungen über die Existenz von wirklich freier Endigung der einzelnen Zellausläufer könnte man solche Verhältnisse als ungewöhnliche ansehen und müsste nicht gerade die sonst so wohl gestützte Auffassungsweise aufgeben. Es ist aber auch das Vorkommen von Zellverbindungen im Rahmen der Neurontheorie wohl erklärbar, wenn man gestützt auf die Erfahrung der Pathologen annimmt, dass, einerlei ob die Verbindung zwischen zwei Neuronen eine directe oder eine solche durch Contact oder durch Verwachsung ist, doch immer der Einfluss einer einzelnen Zelle sich nur soweit erstreckt, als ihre biologische Einheit reicht.

Ob dann die Fibrillen durchgehen, ob sie sich nur um Nachbarzellen herumlegen oder ob sie mit ihnen verwachsen, das Alles wären bei dieser Annahme nur Fragen von secundärer Wichtigkeit.

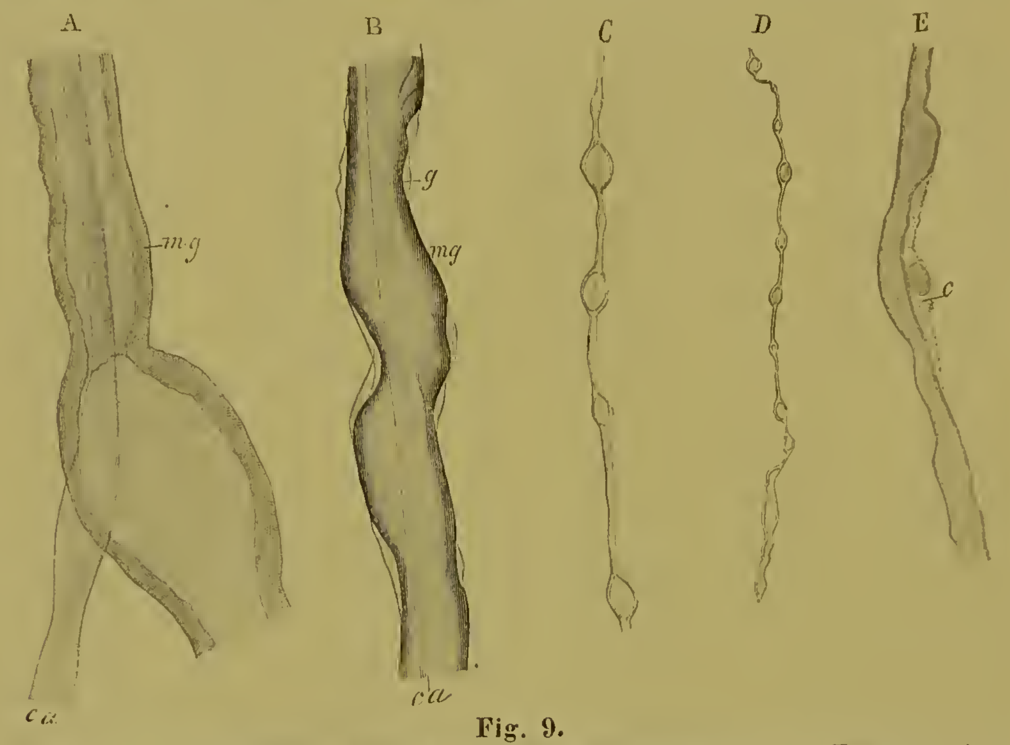


Fig. 9.

Nach Ranvier. Verschiedene Nervenfasern isolirt aus dem Rückenmarke des Hundes; *ca* Axencylinder, *mg* Markscheide, *g* peripherische Hülle. *c* Kern und Protoplasma an der Oberfläche einiger weniger Fasern zu sehen.

Die Nervenfasern im Gehirn und Rückenmark sind von sehr wechselnder Breite und bei reifen Säugern wahrscheinlich alle mit Markscheiden umgeben.

Jede Nervenfaser verliert da, wo sie in das Centralorgan eintritt, ihre Schwann'sche Scheide. Nur eine dünne, zuerst von Ranvier gesehene, schon im peripheren Nerven vorhandene Schicht bedeckt innerhalb des Gehirnes und Rückenmarkes das Nervenmark.

Das sind also die Elemente, aus denen sich das Centralnervensystem aufbaut.

Im Allgemeinen erscheinen die Theile, welche wesentlich nur aus markhaltigen Nervenfasern bestehen, weiss (weisse Substanz), diejenigen, in welchen die Neuroglia, die Ganglienzellen und Axencylinder vorherrschen, grau (graue Substanz). Die graue Substanz ist gefässreicher als die weisse.

Die ersten genaueren Kenntnisse von der Gewebelehre des Centralnervensystems verdanken wir, wie schon in der ersten Vorlesung erwähnt wurde, Ehrenberg, Remak und Hannover. Nach Hannover hat dann Helmholtz 1842 zuerst bei Wirbellosen die Beziehungen von Nervenfaser und Ganglienzelle zu einander richtig gesehen, 1844 entdeckte Kölliker, dass aus einer Zelle eine doppeltcontourirte Faser stammen könne. Dass aus den Ganglienzellen zweierlei Fortsätze entspringen, von denen nur einer, der Axencylinderfortsatz, in den Nerven gelangt, hat 1850 Rudolf Wagner am elektrischen Organ des Zitterrochens gefunden, und Remak hat es 1854 für die grossen Ganglienzellen des Rückenmarkes bestätigt. Dass hier ein allgemein für die Ganglienzellen gültiges Verhalten vorliegt, das hat dann 1865 Deiters bewiesen. Durch die Arbeiten von Gerlach, Max Schultze, Waldeyer, Jolly, A. Key und G. Retzius, Betz, Bevan Lewis, Obersteiner, Freud und vielen Anderen wurde das gewonnene Wissen vertieft. Im Texte ist bereits derer gedacht, denen wir die wichtigsten Fortschritte in neuester Zeit verdanken. So Viele haben diesem schwierigsten Kapitel der Histologie ihr Interesse und ihre Arbeitskraft gewidmet, dass ein Anfang 1887 erschienenes Verzeichniss (Nansen) bereits 341 Arbeiten über Nervenfasern und Ganglienzellen aufzählen kann. Ueber die Structur der Zelle sind zwischen 1895 und 1899 ca. 600 Arbeiten veröffentlicht worden. Neuere grundlegende Arbeiten über das Stützgewebe stammen von Boll, Ranvier, Vignal, His, Lenhosseck und Weigert. Der Letztere hat eine Färbemethode erfunden, welche gestattet, diese Gewebsart isolirt zu färben. So war es ihm zuerst möglich, die bereits bekannten Funde ganz sicher zu stellen und durch neue wichtige zu vermehren.

Dritte Vorlesung.

Der Aufbau des Nervensystemes. Physiologisches.

Meine Herren! Nachdem wir in der letzten Vorlesung vieles von den Aufbauelementen des Nervensystems erfahren haben, wollen wir heute betrachten, wie diese sich zusammenordnen.

Allzuviel ist darüber nicht bekannt, wenigstens nicht sicher bekannt.

Das Wichtigste, was Sie in der vorigen Vorlesung über die Ganglienzellen erfahren haben, ist, dass diese verschiedenartigen Zellkörper die Sammelstätten zahlloser Nervenfibrillen sind, die von allen Seiten in sie eintreten. Sie ordnen diese dann um und leiten sie in andere Fortsätze über. Ein einzelner dieser Fortsätze, der Axencylinder, wird zum Aufbauelement besonderer, längerer oder kürzerer Nervenbahnen. Innerhalb der Zelle kommen die Fibrillen mit Substanzen in Berührung, von denen es wahrscheinlich ist, dass sie irgend eine Kraftquelle für die Zellthätigkeit liefern, Substanzen, welche durch die Zellfunction selbst zum Aufbrauch gebracht werden können. In der Zelle liegt noch der Zellkern. An seine Existenz knüpft sich die Lebensfähigkeit eines längeren oder kürzeren von der Zelle ausgehenden Stückes der Nervenbahn.

Die Ganglienzellen entsenden gemeinhin zweierlei Fortsätze von ihrem Körper: einen gleichmässig feineren Fortsatz, den Neurit oder Axencylinderfortsatz, welcher der Zelle zuerst entsprosst, und die dickeren, sich immer verzweigenden Dendriten oder Protoplasmafortsätze, welche

entwicklungsgeschichtlich etwas später auftreten. Der Stammfortsatz endet, wie es scheint, immer in einer Verästelung. Man kann nun zweierlei Zellen unterscheiden: solche, bei denen der Fortsatz so kurz ist, dass jene Verästelung dicht an der Zelle liegt (s. Fig. 12*g*), und solche mit langhin verlaufendem Stammfortsatze (ebenda *d* und *f*). Auf seinem zuweilen viele Centimeter langen Wege giebt ein solcher Fortsatz reichlichere oder spärlichere Seitenästchen, „Collateralen“, ab. Auch diese enden, wie der Fortsatz selbst, mit feiner Aufsplitterung. Wir wissen schon lange, dass der Axencylinder der Nervenfasern aus zahlreichen Einzelfäserchen gebildet ist. So hat es nichts Auffallendes, wenn wir jetzt erfahren, dass sich einzelne dieser Fäserchen während des Verlaufes abtrennen. Man hat natürlich nur sehr selten Gelegenheit, einen Axencylinder mit Sicherheit von seinem Ursprung bis zu seinem Ende zu verfolgen. Was aber bisher über die Endigung dieses wichtigen Zellfortsatzes bekannt geworden ist, was man gesehen und was man aus experimentell vorbereiteten Präparaten erschlossen hat, All das weist darauf hin, dass er sich wirklich frei an seinem Ende aufzweigt. Zieht er aus dem Centralorgan in die Peripherie, wie etwa in den Wurzeln der Rückenmarksnerven, so verzweigt er sich im Muskel oder zwischen Epithelien (Motorische Endplatte und Plexus der Sinneskörper und der Oberhaut). Aber die wenigsten Axencylinder gelangen zu peripheren Endorganen. Die allermeisten legen sich nach kurzem oder längerem Verlaufe an eine andere Nervenzelle an umfassen, umspinnen sie mit ihrer Endpinselung, wo dann wahrscheinlich ihre Fibrillen in die neue Zelle eintreten. Man kann sich vorstellen, dass sie dort in Berührung mit der mehrerwähnten, durch Function angreifbaren Substanz treten und dadurch neue Energievorräthe zur Weiterleitung aufnehmen oder auslösen.

Die Dendritenfortsätze verzweigen sich zu mehr oder weniger reichlichem Astwerk, an dem noch durch Aufsitzen von kleinen gestielten Knötchen — s. bei 1. Fig. 176 — eine Oberflächenvergrösserung eintreten kann. Wie weit sie isolirt bleiben, wie weit sie in das extracelluläre Netzwerk eingehen, ist für die einzelnen Zellen noch zu ermitteln. Jedenfalls treten durch die Dendriten Fibrillen in die Zelle ein, um sie durch andere Dendriten oder auch durch den Axencylinder wieder zu verlassen. Die Dendriten stellen also die Ein- und Ausgangswege für Nervenbahnen und ausserdem die Oberflächenvergrösserung der Nervenzellen her, welche für die mannigfachen Beziehungen, in welche eine Nervenzelle eintritt, nothwendig ist. Ein Uebergehen von Dendritenfasern in periphere Nervenbahnen ist nicht nachgewiesen.

Dendriten und Axencylinder gehen nicht immer an verschiedenen Stellen vom Zellleib ab. Bei den Wirbelthieren kann man oft genug beobachten, dass die Zelle einen ganz wie ein Dendritenfortsatz aussehenden Zweig aussendet, dem nahe der Abgangsstelle der Axencylinder entsprosst. Bei vielen Wirbellosen ist dies Verhältniss geradezu die Regel. Beim Flusskrebs z. B. entsendet (Retzius) die birnförmig aussehende Zelle zu-

meist überhaupt nur einen dicken Stammfortsatz, aus dem sich lateral die Dendriten und weiter vorn der Axencylinder entwickeln (Fig. 11). Hier scheint ein Verhältniss vorzuliegen, welches darauf hinweist, dass beide Ausläufer einer Ganglienzelle gar nicht etwas absolut und principiell Verschiedenes sind.

Das sind die Grundthatsachen. Sie werden mit ihnen am besten bekannt, wenn Sie erfahren, was wir über den Ursprung und Verlauf einer einzelnen, besonders gut studirten Bahn bereits wissen:

Viele motorische Nerven entstammen aus grossen Ganglienzellen, welche im Vorderhorne des Rückenmarkes liegen. Aus diesen Zellen entspringt je ein Axencylinder. Der tritt aus dem Rückenmarke heraus als Wurzelfaser und dann in einen Nervenstamm ein. Da verläuft er weiter, bis er sich im Muskel zur „Endplatte" aufzweigt (Fig. 10).

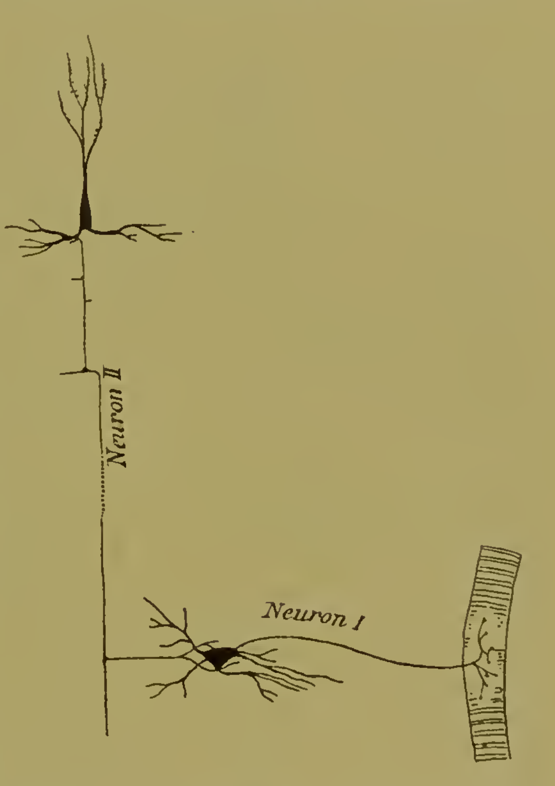


Fig. 10.
Schematische Darstellung des Verhaltens von Ganglienzelle und Nerv in einem Theile des motorischen Innervationsweges.

Man bezeichnet das Stück der Innervationsbahn, welches von der Peripherie bis zur ersten Endigung im Centralorgan reicht, als Bahn erster Ordnung. Diese Bahnen erster Ordnung, hier also der Abschnitt Vorderhorn-Nerv-Muskelendigung, sind durch ihr eigenthümliches Verhalten bei Erkrankungen schon seit Jahren von der Pathologie erschlossen und von den Bahnen höherer Ordnung getrennt worden

Die Weiterleitung der nervösen Vorgänge erfolgt bei den Säugern in der Weise, dass sich an die Bahn erster Ordnung eine oder mehrere Bahnen zweiter, dritter u. s. w. Ordnung anschliessen. Alle bestehen aus dem Stück: Ganglienzelle, Axencylinder, Aufsplitterung. Kehren wir zum gewählten Beispiele zurück, so finden wir, dass sich um die reichen Dendriten, welche die Vorderhornzelle aussendet, eine Menge feiner Fäserchen verzweigen, Fäserchen, welche sie umfassen. Diese Fasern sind zum Theil Collateralen aus einer Bahn, von der wir nach in der Pathologie gemachten Erfahrungen wissen, dass sie aus grossen Zellen in der Hirnrinde (Fig. 176 *f*) abwärts durch das Gehirn und das Rückenmark verläuft. Diese Bahn, welche also wieder besteht aus den Abschnitten: Hirnzelle, absteigender Nerv, Collaterale, Aufsplitterung, ist geeignet die Verbindung zwischen der Endigung im Muskel und der Hirnrinde herzustellen; sie ist das centrale Stück des motorischen Innervationsweges,

oder doch ein Theil dieses Weges. Dies nun ist die motorische Bahn zweiter Ordnung. Wie viele Bahnstücke zur Unterlage des ganzen motorischen Vorganges nothwendig sind, wissen wir noch nicht. Auf Fig. 176 erkennen Sie, dass um die Dendriten der grossen Rindenzellen, aus denen die secundäre motorische Bahn stammt, sich verzweigte Axencylinder aus anderen Rindenzellen herumlegen. Das wäre z. B eine Bahn höherer Ordnung. Versuche mit künstlich gesetzten Entartungen werden uns hier weiter bringen können.

Man sieht die Ganglienzellen und ihre Ausläufer als die Elemente an, welche die Function des Nervensystemes tragen. Schon bei sehr niedrig stehenden Thieren treten sie auf, isolirt und auch schon zu einzelnen Haufen — Ganglienknoten — angeordnet. Je nachdem diese Haufen vereinzelt peripher liegen oder in grösserer Menge und bestimmter Anordnung durch Nervenzüge unter einander verknüpft getroffen werden, spricht man von peripheren Ganglienknoten oder von einem Centralnervensystem. Im Allgemeinen erkennt man, dass in der Thierreihe eine Tendenz zum Zusammenfassen vieler Knoten in ein einziges Nervensystem besteht. Je höher man aufsteigt, um so mächtiger ist dieses, aber es erhalten sich bis hinauf zu den Vertebraten noch immer Theile des Nervensystems mehr oder weniger vom Centralorgan getrennt und von ihm functionell und anatomisch mehr oder weniger unabhängig. Ich werde Ihnen bald am Beispiel der Sinnesepithelzellen darlegen, wie sich solche Gebilde allmählich nach dem Centralorgan hin verschieben können. Die Physiologie zeigt, wie nicht nur die in den Eingeweiden liegenden Einzelganglien noch relativ selbständig functioniren, sondern wie sogar Gebilde, die, wie die Spinalganglien, schon dem Centralorgan vielfach zugerechnet werden, sich noch einer relativen functionellen Unabhängigkeit von diesem erfreuen.

Ja, es drängt das, was wir vom anatomischen Aufbau und von den Functionen des Centralnervensystems der Wirbelthiere wissen, mehr und mehr zu der Annahme, dass auch die einzelnen Theile des Centralorganes selbst im Stande sind, in gewissem Maasse noch selbständig zu functioniren, dass auch Gehirn und Rückenmark der Wirbelthiere nur bestehen aus einer Reihe einzelner Centren. Das Maass, wie von diesen das eine oder andere höher entwickelt ist, wie es mit den tieferen verknüpft, und wie diese unter einander und mit höheren Centren functionell und anatomisch verbunden sind, macht die höhere oder niederere Ausbildung eines Centralorganes aus. Wir werden nachher sehen, dass sich im Verlaufe der Stammesentwicklung einzelne der zum Centralorgan verbundenen Centren hoch entwickelt haben, während andere, auf einem gewissen Typus angelangt, stehen geblieben sind und sich durch die ganze Reihe hindurch überall gleichen.

Im Wesentlichen kann man sich vorstellen, dass jedes Nervensystem aufgebaut ist aus zuleitenden und ableitenden Bahnen und aus solchen, welche Verbindungen der Einzelelemente unter einander herzustellen geeignet sind.

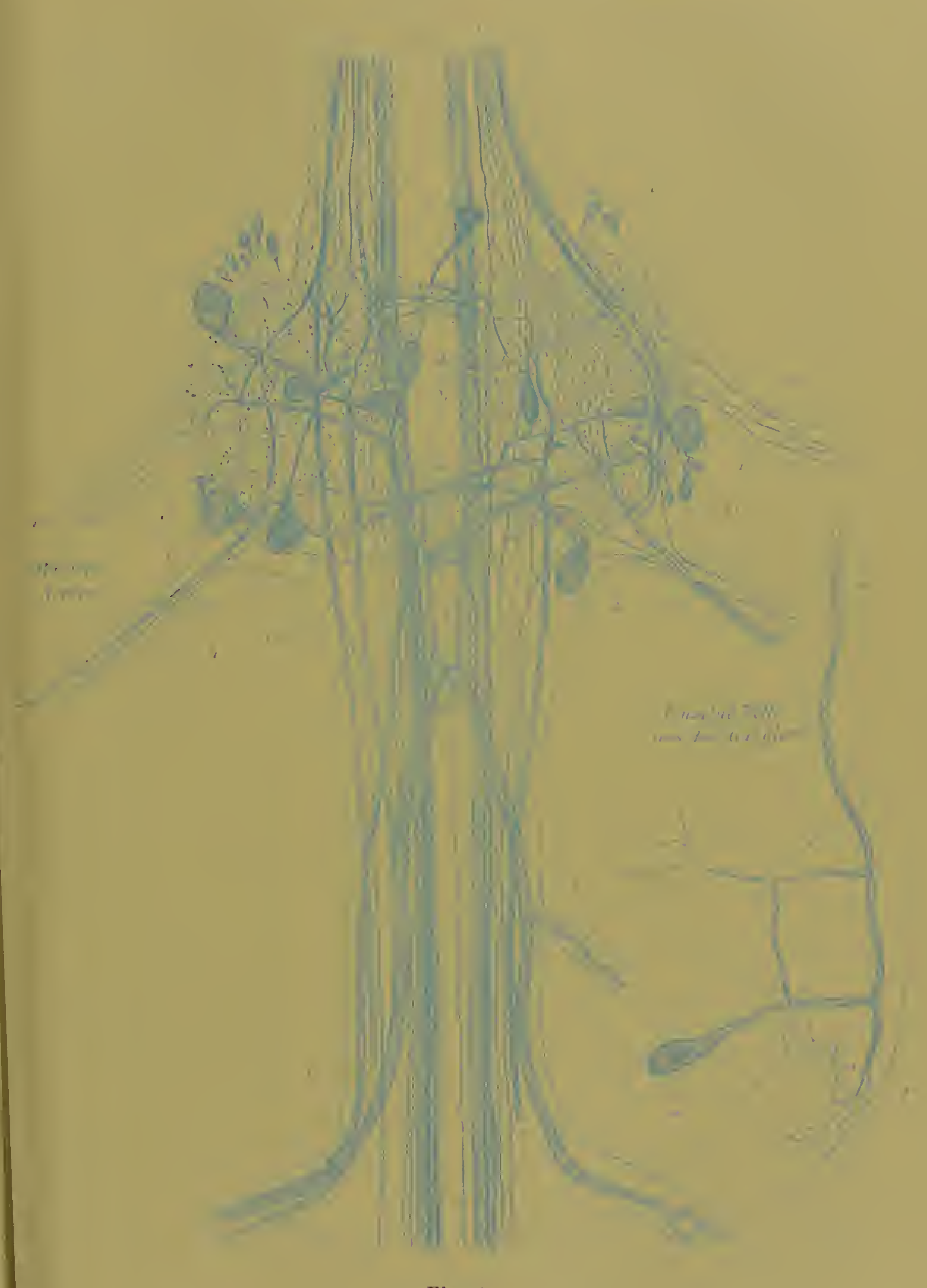


Fig. 11.

Das erste abdominale Ganglion des Bauchstranges von Astacus fluviatilis. Färbung des lebenden Gewebes durch Methylenblau. Nur die nervösen Bestandtheile färben sich. Erklärung im Texte. Die dicken medialen Fasern *Bf* sind ihrer näheren Bedeutung nach noch nicht erkannt. Nach Retzius.

Einen guten Einblick in den Gesammtaufbau eines einzelnen Nervenknotens können Sie gewinnen, wenn Sie einmal die vorstehende Abbildung durchstudiren wollen. Sie stellt das ganze erste abdominale Ganglion des Bauchstranges vom Flusskrebse dar und gestattet bei der relativen Einfachheit aller Verhältnisse ein gutes Eindringen in alle Einzelheiten. Hier haben wir eine Art Schema eines nervösen Centralorganes und überblicken jedenfalls auf einmal einen Mechanismus ganz, der zur Ausübung der Functionen eines Centralapparates geeignet ist.

Das Nervensystem des Krebses besteht, wie das aller Gliederthiere, bekanntlich aus einer grossen Zahl einzelner Ganglienknoten, die durch längere und kürzere Verbindungen zumeist unter sich geeint sind. Aus den verschieden grossen Nervenzellen *d, e, f* entspringt immer ein einziger mächtiger Stammfortsatz, der nach kurzem Verlaufe sich auftheilt in eine Faser, die aus dem Ganglion in die Peripherie heraustritt — Axencylinder — und eine solche, die, sich rasch aufzweigend, im Ganglion selbst bleibt. Der Axencylinder geht entweder — aus den Zellen *e* — direct in einen Nerven hinein, — er ist hier wahrscheinlich motorischer Natur — oder er tritt in den Strang, welcher das Ganglion mit den weiter vorn oder weiter rückwärts gelegenen anderen Ganglien verbindet, — so alle Fortsätze aus den ganz grossen Zellen. Die Verbindung kann gleichseitig und gekreuzt sein. So ist der Ausläufer der oberen Zelle *f* gleichseitig, derjenige der unteren gekreuzt im Verlaufe. Von dem Stammfortsatz gehen die Dendriten ab, hinein in die Substanz des Ganglions. Sie sind in ihrer feinen Aufzweigung wohl geeignet, die Einzelelemente des ganzen Ganglions unter einander zu verknüpfen. In das feine knotige Flechtwerk, welches sie bilden, tauchen Nervenfasern ein, die entweder von der Peripherie kommen — sensible Nerven? 2 *a* — oder aus anderen Ganglien stammen, *l, i,* oben. Wenn Sie nun einmal den abgehenden Nerven, etwa den mit 2 *a* bezeichneten, betrachten wollen, so sehen Sie, dass er Fasern enthält, die in das Ganglion münden, und solche, die von anderen Ganglien der gleichen und der gekreuzten Seite stammen. Wie viele Möglichkeiten der Association sind schon in diesem einfachen Knoten gegeben!

Jede Zelle und jede Faser kann durch die reiche Endverzweigung zu unzählig vielen anderen Zellen und Fasern in irgend eine Beziehung treten. Ausserdem stehen die meisten in Contactzusammenhang mit Zügen aus entfernter liegenden Centren und viele auch mit der Peripherie.

Unser Präparat lässt aber noch längst nicht alle Verbindungsmöglichkeiten erkennen. Sind doch nur die Zellen, nicht aber die Fibrillen, aus denen jenes punctförmige Flechtwerk zusammengesetzt ist, gefärbt. Durch Bethe aber wissen wir, dass aus dem Flechtwerk der Krebse Fibrillen in und durch die Zellen hindurch dringen, in den Zellen sich auftheilen, sich umlagern etc.

Es giebt übrigens auch — wenigstens ist das für die Wirbelthiere aller Klassen bereits nachgewiesen — Zellen, welche in gar keiner directen Beziehung zur Aussenwelt stehen und nur geeignet sind, das Territorium

einer centralen Zelle mit dem einer anderen in inniger Weise zu verknüpfen, Associationszellen. Solche Zellen sind ungemein weit verbreitet.

Nirgend aber wird ihre Bedeutung rascher klar als im Ammonshorne, einer Abtheilung der Riechrinde. Ich lege Ihnen hier in Fig. 12 einen Schnitt durch diesen Rindenantheil vor. Unter der Schicht grosser pyramidenartiger Zellen, welche die Hauptzelllage dieses Gebietes bilden, erblicken Sie kleinere Zellen, welche ihren Axencylinder nahe an die Pyramiden oder auch durch sie hindurch senden. Dann aber löst er sich in feine Queräste auf und aus diesen dringen von unten und von oben



Fig. 12.

Aus der Ammonsrinde des Kaninchens, combinirt nach Präparaten von S. R. y Cajal. *a b c* Associationszellen. Ihr langer Axencylinderfortsatz spaltet sich zu moosförmigen Reisern auf, welche in die Schicht der Pyramidenzellen *A* eindringen. Links aussen eine einzelne vollgezeichnete Pyramidenzelle. Sie tritt durch ihren nach unten abgehenden Axencylinder mit dem Mark des Gehirnes und durch ihre nach oben strebenden Dendriten wieder mit anderen Faser- und Zellensystemen — nicht abgebildet — in Beziehung. Zu diesen mannigfachen Verbindungen kommt dann noch die durch die moosförmigen Fortsätze gegebene Association vieler Pyramidenzellen unter einander.

mächtige Endbüschel zwischen die grossen Zellen hinein. Diese Endbäumchen sind also wohl geeignet, die Elemente der Schicht, wo sie enden, unter einander zu verknüpfen.

Nachdem Sie nun von den Ganglienzellen und ihren Verbindungen, von den Nervenfasern und dem Fibrillenwerk das Wichtigste erfahren haben, liegt die Erörterung der Frage nah, was wir denn heute über die Functionen dieses Apparates mit einiger Sicherheit wissen und wie wir uns etwa an Hand des heute Bekannten gewisse physiologische Vorgänge vorstellen könnten.

Wir wissen zunächst, dass ein motorischer Nerv functionsunfähig wird, wenn er von seiner Ursprungszelle getrennt ist, und wissen auch, dass Zerstörung des Graues, in dem sensible Fasern enden, deren Function völlig aufhebt. Wir wissen ferner, dass wir durch Reizung der Zellen, in denen ein Nerv endet, alle Erscheinungen erzeugen können, welche gewöhnlich bei der Function des Nerven sichtbar werden. Das allein hat zu dem Schlusse geführt, dass in den Ganglienzellen und den Verbindungen, welche sie unter einander eingehen, die Unterlage für die Nerventhätigkeit gegeben ist. Zahlreiche Versuche haben dann gezeigt, dass ein sensibler Eindruck, der, von der Peripherie herkommend, in das Centralorgan eintritt, dort liegende Ursprungszellen von motorischen Fasern anregen, ihre Endpunkte, die Muskeln, zur Thätigkeit bringen kann. Man bezeichnet bekanntlich diesen Vorgang als Reflex. Die Untersuchung solcher Reflexe hat dann zu dem weiteren sehr interessanten Resultate geführt, dass der sensible Reiz nicht unmittelbar den motorischen Vorgang auslösen muss, dass vielmehr eine gewisse Intensität des ersten Reizes nöthig ist, aber dass auch ein schwacher Reiz, wenn er eine Zeit lang anhält, schliesslich den motorischen Apparat beeinflussen kann. Man nimmt an, dass die Ganglienzellen geeignet sind, Reize, die ihnen zukommen, eine Zeit lang aufzuspeichern, zurückzuhalten, bis dann zu grosse Reizhöhe oder ein von anderer Stelle her neu eintretender Reiz sie zu plötzlicher Entladung bringen kann.

Es ist durchaus wahrscheinlich, dass die Uebertragung der Reflexe durch das Fibrillenwerk in der Zelle und durch das ausserhalb der Zellen liegende vermittelt wird.

An den Ganglien der niederen Thiere liegen, wie Sie an dem heute demonstrirten Krebsganglien sehen, die Zellen oft ganz peripher und ragen nur durch ihre Fortsätze in die Ganglienmasse hinein.

Diesen Umstand hat Bethe benutzt, um bei Carcinus maenas eine bestimmte Zellgruppe intravital abzutragen. Sie diente einem Reflex, der bei Berührung eines Fühlers auftrat. Trotz der Entfernung der Zellleiber ging dieser Reflex nicht gleich, sondern erst nach vielen Tagen verloren. Durch diesen Versuch wird bewiesen, dass der Faseraustausch, welcher an den Zellausläufern und am fibrillären Netzwerk stattfindet, an sich schon ausreichend zum Zustandekommen eines Reflexes ist. Ein Theil der Zelle, eben ihre nach dem Ganglion gerichteten Ausläufer blieb ja erhalten und wir wissen, dass hier noch zahlreiche Fibrillengeflechte gelagert sind. Bethe selbst meint, dass der Versuch beweise, die Ganglienzelle sei zum Zustandekommen eines Reflexes nicht nöthig, es genüge auch das extracelluläre Netz. Wie wichtig für die dauernde Erhaltung der nöthigen Verknüpfungen die Ganglienzelle ist, das geht aus dem schliesslichen Aufhören jenes Reflexes deutlich hervor.

Der kleine Nervenknoten vom Krebse, den ich Ihnen in dieser Vorlesung gezeigt habe, empfängt reichlich Fasern aus der Peripherie und entsendet aus den grossen Zellen, welche in ihm liegen, mächtige Bahnen in die Muskeln. Ein Blick auf ihn und auch auf obige Figur 12, zeigt Ihnen nun schon, dass ein etwa anlangender Reiz keineswegs nur eine einzige Zelle trifft, dass vielmehr ein Eindruck, welcher nur von einer Stelle der Peripherie durch eine einzige Faser dem Centralorgan zugeführt wird, dorten einen ganzen Complex von motorischen Zellen zu „laden“ vermag. Die Entladung wird desshalb auch zumeist nicht etwa nur eine motorische Faser erregen, sondern je nach der anatomischen Verknüpfung der motorischen Zellen immer gleich einen ganzen Complex von Muskelfasern zur Contraction bringen. So erklärt es sich

— Exner — wie ein einziger sensibler Reiz zu einer complicirten Bewegung, an der viele Muskeln sich betheiligen können, führt. Was für ein motorischer Erfolg auf einen sensiblen Reiz eintritt, das hängt ab von der Categorie von Gefühlsnerven, welche erregt sind und ganz besonders von der Verknüpfung der Zellen, welche an der Eintrittsstelle den motorischen Apparat bilden. Sehr Vieles spricht dafür, dass solche Verknüpfungen im Laufe der Stammes-

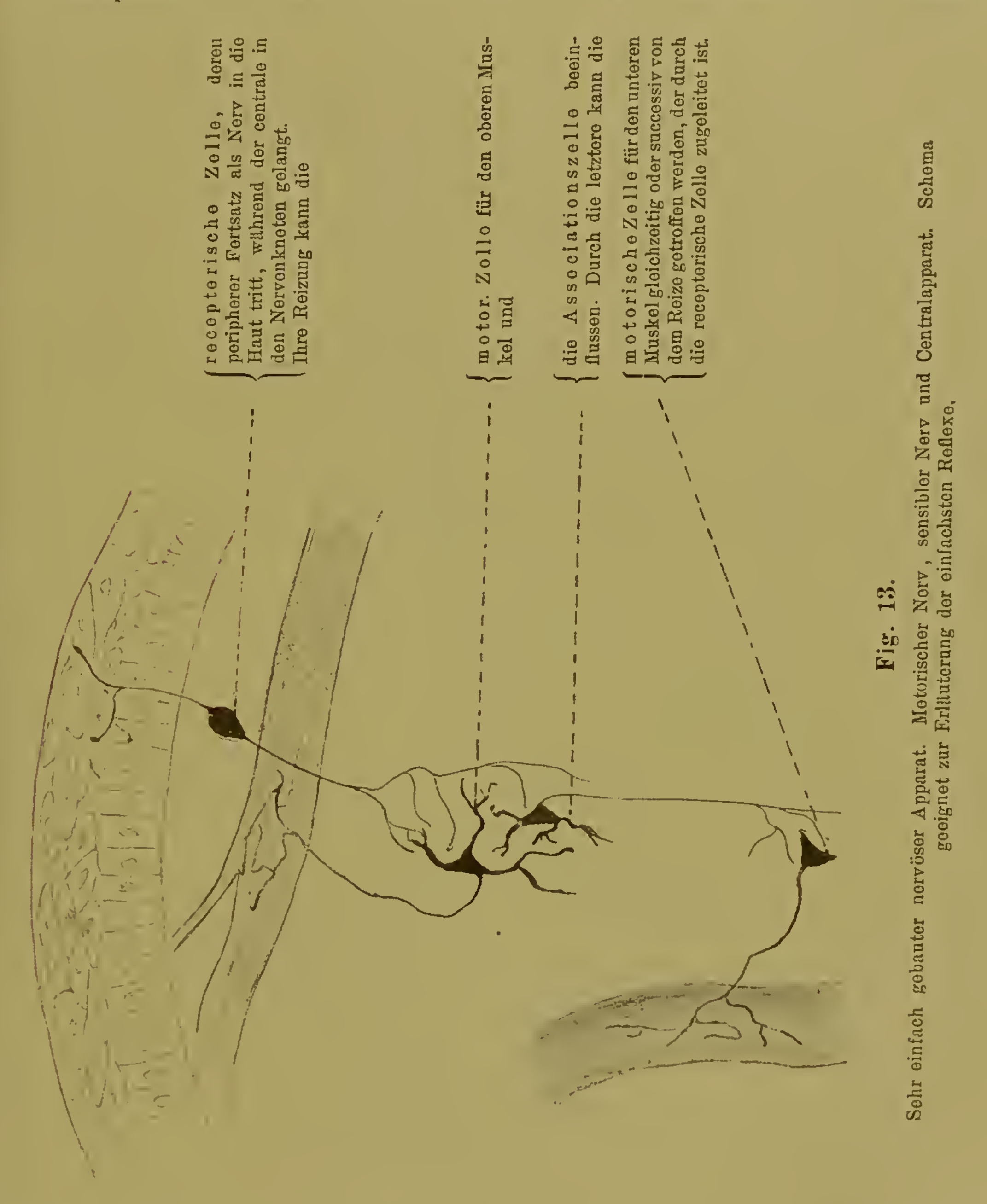


Fig. 13.

Sehr einfach gebauter nervöser Apparat. Motorischer Nerv, sensibler Nerv und Centralapparat. Schema geeignet zur Erläuterung der einfachsten Reflexe.

entwicklung einmal erworben, weiter vererbt werden, dass also der Bau eines einzelnen Nervenknotens im Wesentlichen der Gleiche für jedes Individuum ist, und dass durch diese angeborene Anlage zahlreiche uns complicirt erscheinende Actionen ein für allemal begründet sind. Aber es giebt Erfahrungen, welche lehren, dass in bestimmten Theilen des Nervenapparates immer neue Verknüpfungen durch die Einübung hergestellt werden

können. Das Centralnervensystem zerfiele danach in einen Theil, der angeboren wohl ältester Einübung entstammt, und in andere Theile, die erst durch Uebung während des Einzellebens ihre Verbindungen bekommen.

Angeborene Mechanismen sind wohl in allen Theilen des Nervensystems zu finden, doch zeigt die Beobachtung der Bewegungen von Embryonen und

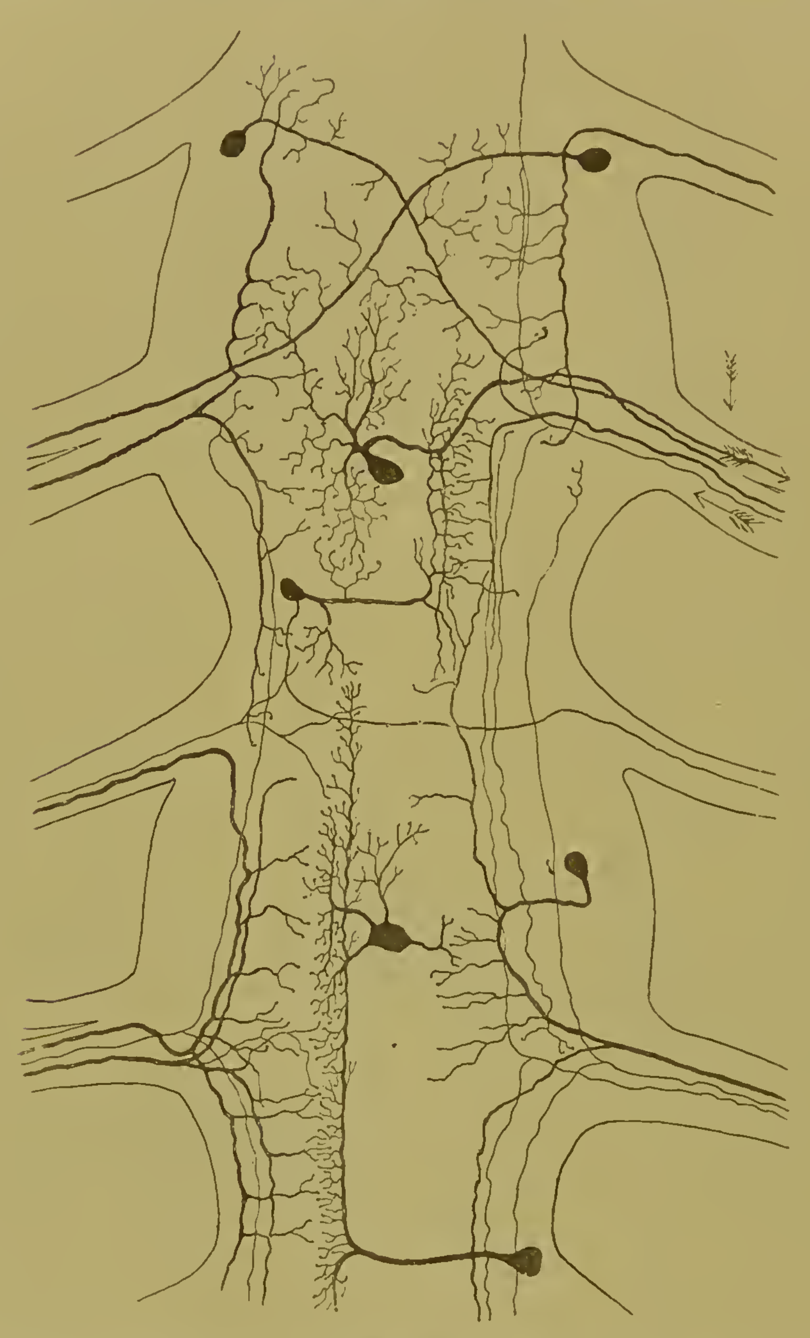


Fig. 14.

Einige Ganglien aus dem Bauchstrange des Regenwurmes, Lumbricus terrestris, nach Retzius — zur Demonstration der Grundlagen von successiven Bewegungscombinationen.

Neugeborenen, dass mindestens im Bereiche des vegetativen Functionen dienenden Apparates, im Sympathicus also und im grossen Gebiete des Rückenmarkes und der Oblongata solche die vorherrschenden sind. Wahrscheinlich kommt hierzu noch ein guter Theil des Mittelhirnes und des Kleinhirnes. Die vergleichende Anatomie lehrt, dass bis hinauf zu den Primaten die vor diesen

Hirntheilen liegenden Apparate noch ständig grosser Variationen fähig sind, und es zeigt speciell die Beobachtung der Hirnrinde in ihrem individuellen Ausbau, dass hier noch für das Einzelindividuum durch Einübung neue Bahnen ständig geschaffen werden.

Soweit rein motorische Effecte als Resultat der Reizungen in Betracht kommen, bezeichnet man den hierzu nöthigen Apparat als Bewegungscombination. Das Wort ist von Exner gemünzt, dem wir eine treffliche Durcharbeitung vieler hierher gehörigen Momente verdanken. Sie dürfen sich nun aber solche Combinationen von Ganglienzellen zu gemeinsamer Action nicht als gar zu einfach vorstellen. Die allermeisten Bewegungen bedürfen zu ihrem Ablauf eine längere Zeit, während welcher mehrfach andere Muskeln als die Anfangs in Action getretenen eingreifen können. Es muss desshalb Bahnen geben, die von einer Combination von Zellen zu einer zweiten führen, und die erst dann vom Reize beschritten werden, wenn die erste Action vollendet ist.

Solche Vorgänge wird man mit Exner zweckmässig als successive Bewegungscombinationen bezeichnen. E. hat sie aus physiologischen Beobachtungen geistvoll erschlossen, man kann aber, wenn man das Nervensystem der Evertebraten durchmustert, leicht anatomische Anordnungen finden, die, einmal von einem Reize getroffen, successive Bewegungen in völlig geordneter Weise auslösen können.

Speciell das Nervensystem der Ringelwürmer, des Regenwurmes z. B., das wir durch die schönen Untersuchungen von Retzius gut kennen, zeigt, wie durch eintretende sensible Fasern zunächst ein einzelner motorischer Knoten in Thätigkeit versetzt werden, und wie dann durch Fortsätze grosser Associationszellen die Reizung sich auf das nächste Ganglion übertragen kann. Ausserdem enthält jedes Ganglion noch motorische Zellen, deren Axencylinder nicht zu den Nerven des betreffenden Metameres zieht, sondern erst in Muskeln endet, die weiter vorn und in solchen, die weiter rückwärts liegen. So vermag ein Eindruck, welcher an irgend einem Theile der Körperoberfläche das Thier trifft, zunächst die Muskeln dieses Theiles, dann aber auch diejenigen von weiter vorn oder weiter hinten liegenden Metameren in Thätigkeit zu bringen. Wenn eine solche successive Bewegung einmal eingetreten ist, dann wird sie noch durch ein anderes Moment unterhalten und regulirt. Es ändern sich nämlich mit der veränderten Stellung der Muskeln und Glieder auch die sensiblen Eindrücke, die sie empfangen. Bleiben wir bei dem einmal gewählten Beispiele vom Regenwurme. Die Muskeln des ersten Metameres ziehen sich bei der Berührung der Tastapparate zusammen, vielleicht auch die des nächsten. Nun aber kommen eben durch diese Contraction wieder andere Theile der Haut in Berührung mit der Unterfläche, neue Reize werden in anderen Ganglien ausgelöst, es kann sich die Contraction so successiv auf weitere Metamere ausdehnen, kurz es kann ein Reiz, der an einer einzigen Stelle eingreift, passende Coordination der Bewegungen vorausgesetzt, das ganze Thier auf rein reflectorischem Wege zur Bewegung, zum Kriechen bringen. Ja dies Fortkriechen kann den Eindruck der äussersten Zweckmässigkeit im Verhältniss zum Reize machen. Legt man einen Seeigel, ein Thier, welches etwa die Form eines Apfels hat, an dem man unten eine breite, flache, runde Scheibe abgeschnitten hat, auf den Rücken, so fasst er sofort mit den langen Saugfüssen, die seinen ganzen Körper bedecken, an der Unterlage Fuss. Jedes Füsschen aber contrahirt sich in dem Augenblicke, wo es mit dem Boden in Berührung kommt. Das Thier wird dadurch zunächst kräftig an die Unterlage angezogen. Nun aber beginnt ein merkwürdiges Spiel, das Romanes und Ewart uns schön beschrieben haben. An einer Stelle contrahiren sich die Füsschen etwas fester, vielleicht ist's Zufall, an welcher. Sofort verlieren die entgegengesetzten ihren Halt, lassen los, das Thier neigt sich nach der Seite,

wo die stärkere Contraction stattfand. Natürlich kommen dadurch neue Saugfüsse eben dort mit der Unterlage in Berührung, die contrahiren sich wieder und das geht so fort, bis der Seeigel ganz aufrecht auf der Kante steht; auch nun hört die Bewegung nicht auf, denn immer neue Pedicillen fassen ja Fuss und das geht so fort, bis das ganze Thier umgedreht wieder in normaler Lage ist. Hier haben wir eine sehr zweckmässige, anscheinend nur durch besonders feine Ueberlegung ausführbare Bewegung gesehen, die sich auf ganz einfache Reflexvorgänge zurückführen lässt, auf die Contraction, die in den Muskeln der Pedicillen eintritt, wenn ihre sensiblen Nerven erregt werden. Dass die Bewegung aber eine wohlgeordnete ist, dazu bedarf es doch einer Verbindung der Pedicillarnerven unter einander. Aber bei diesem einfachen Versuche tritt schon ein neues Moment auf, dass bisher noch nicht als Eigenschaft des Centralapparates hier erwähnt wurde, das ist das Aufhören der Bewegung, wenn einmal die Ruhelage des Thieres erreicht ist. Hier muss vom Centrum aus eine „Hemmung" eintreten, denn es wäre sonst nicht abzusehen, warum der Seeigel sich nicht manchmal weiter bis zur Erschöpfung drehen sollte, da ja immer neue Saugfüsse auch bei der Normallage in Berührung mit der Unterfläche gerathen. In der That ist es als eine Eigenschaft der Nervenknoten überall erkannt, dass sie im Stande sind, nicht nur Bewegungen hervorzurufen, sondern auch solche zu hemmen. Der Mechanismus ist noch nicht klar. Zweifellos können solche Hemmungen ganz ebenso wie die Bewegungen sich weithin von dem zuerst irritirten Ganglion auf andere erstrecken.

Es wäre sehr verlockend, von diesen Grundbegriffen aus nun weiter die Vorgänge in einem bestimmten Theile des Nervensystemes, oder Dasjenige zu verfolgen, was etwa bei einer bestimmten complicirteren Action sich im Inneren des Gesammtapparates abspielt. Ich muss aber hier, wo es mir nur darauf ankommt, zu zeigen, wie einfach sich die primitivsten Nervenverrichtungen auf die anatomischen Verhältnisse zurückführen lassen, darauf verzichten, diesen vielfach in ganz Unsicheres noch führenden Weg mit Ihnen zu gehen.

Als einfachsten Centralapparat können wir denjenigen ansehen, welcher sich aufbaut aus zuführenden sensiblen und abführenden motorischen Fasern, wobei angenommen wird, dass die Enden des sensiblen Nerven irgendwie direct oder auch durch Vermittlung einer zweiten Zelle in Beziehung zu der Ursprungszelle des motorischen Nerven treten. Solche einfachen Complexe finden wir weit verbreitet bei den wirbellosen Thieren und auch im Körper der Wirbelthiere. Sie liegen theils in den sympathischen Knoten, theils sind sie als directe Reflexbahnen in den Gesammtapparat des Centralnervensystems einbezogen. Absolut isolirte einfache Reflexcentren sind noch nicht bekannt, immer hängen auch die kleinsten wieder mit anderen ähnlichen zusammen. Einen solchen Knoten stellt z. B. Fig. 13 dar. Aber alle sind doch nur bis zu gewissem Grade von einander abhängig und für einen grossen Theil ihrer Function völlig selbständig. Um ein Beispiel für solche isolirte Reflexthätigkeit zu geben, erinnere ich an die Bewegungen, welche die Muskulatur eines ausgeschnittenen Darmstückes in völliger Regelmässigkeit ausführt, wenn ihr von der Darmschleimhaut her sensible Reize zugeführt werden. Der Einfluss.

den auf diesen kurzen Reflexbogen weiter gespannte Bogen, solche die durch die Sympathicusganglien gehen, und solche, welche die Rückenmarkswurzeln passiren, nehmen können, ist bekannt; das sind eben neue Neurone, die sich an die intestinalen anlagern, sie beeinflussen, instigiren und hemmen können.

Vierte Vorlesung.

Einiges von der peripheren Innervation.

Es war nun so viel von der sensiblen Zuleitung, von dem Abgehen von motorischen Bahnen die Rede, dass wir diesen peripheren Theilen des Nervensystemes nun unsere Aufmerksamkeit schenken müssen. Alle Untersuchungen an Wirbelthieren haben gezeigt, dass die motorischen Nerven grossen Ganglienzellen entstammen, welche ihren Axencylinder in einen Muskel hinein senden, wo er aufsplitternd endet. Alles, was bisher an Wirbellosen beobachtet ist, weist darauf hin, dass dort das gleiche Verhältniss vorliegt. Andererseits hat man bei Wirbellosen ganz direct beobachten können, wie aus Zellen in der Haut stammende Nervenfasern, also sensible Bahnen, hinein in das Centralorgan zogen, wo sie frei endeten. Wir verdanken für die Vertebraten speciell His sehr schöne Untersuchungen über diese Dinge. Bei den Wirbelthierembryonen bildet das Centralnervensystem bekanntlich in früher Entwicklungszeit eine hohle Röhre. His konnte nun nachweisen, dass die in den peripheren Nerven enthaltenen Fasern zwei ganz verschiedene Ursprungsarten haben. Alle motorischen Wurzeln entstehen als Axencylinderfortsätze von im ventralen Theil des Nervenrohres liegenden Zellen. Jede Zelle sendet ein Fäserchen aus, das an die Oberfläche tritt und dort sich mit den Nachbarfasern zur Bildung eines ventralen Wurzelbündels vereint. Die sensorischen Wurzelfasern, die zumeist dorsal abgehen, haben eine ganz andere Herkunft. Sie entstehen nämlich nicht im Centralorgan, sondern ausserhalb desselben, in den Ganglien, welche, neben diesem liegend, es auf seiner ganzen Länge begleiten. Die Zellen dieser Ganglien (Spinalganglien und Ganglien der Hirnnerven) wachsen nach zwei Seiten zu Fasern aus. Eine dieser Fasern tritt in

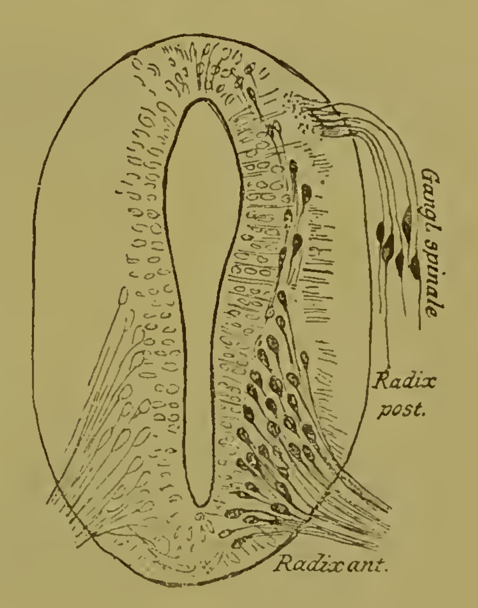


Fig. 15.

Rückenmarkdurchschnitt einer menschlichen Frucht aus der 4. Woche. Man sieht ventral die motorische Wurzel sich aus Zellen des Markes entwickeln. Dorsal wächst — nach einer Frucht von $4^1/_2$ Wochen — die sensible Wurzel aus Zellen des Spinalganglions ein. Combinirt aus Abbildungen von His.

das Centralorgan ein, die andere wächst als sensorischer Nerv nach der Peripherie.

Die Ganglien entwickeln sich aus denjenigen Zellen der Medullarrinne, welche vor dem Schlusse zur Röhre beiderseits an den sich anschliessenden dorsalen Rändern liegen. Man bezeichnet ihre Gesammtheit als Randstreifen. Fig. 16 *A*.

Wenn die Rinne mit ihren Randlippen zur Medullarröhre verwächst, gerathen natürlich die beiderseitigen Randstreifen an einander und bilden einen unpaaren Zellenstrang, der zunächst, keilförmig zugeschärft, in die dorsale Nahtlinie des Rohres mehr oder weniger eingelassen erscheint.



Fig. 16.

Schnitte durch das Rückenmark eines sehr kleinen menschlichen Embryos. Schon bei *A*, wo das Medullarrohr noch offen ist, erkennt man am dorsalen Rande die Zellen des Randstreifens, aus welchen die Spinalganglien hervorgehen, bei *B* ist dieser, trotz des Schlusses der Medullarrinne, doch noch sehr deutlich. Die Zellen, die er jederseits entsendet, werden wahrscheinlich zum Aufbau der peripheren Nerven verbraucht. Nach v. Lenhosseck.

Fig. 17.

Ammocoetesembryo. Trigeminusgebiet des Kopfes. Nach v. Kupffer. Das Ganglion ist ausgebildet und hängt mit dem Gehirn nur noch durch die Wurzel zusammen. Es ist lateralwärts getreten und hat auch mit den Epidermiszellen Contact gewonnen.

Fig. 16 *B*. Bald verlässt er infolge von Vermehrung und Verschiebung seiner Zellen diese Lagerung, tritt aus der Decke des Medullarrohres vollständig aus und theilt sich durch mediane Sonderung wieder in einen rechten und linken Strang. Durch segmentale Verdickung gliedert sich diese paarige Ganglienleiste in die einzelnen Ganglien ab, die dann seitlich neben dem Medullarrohr mehr und mehr herabrücken. Hat sich diese Abgliederung vollzogen, so ist das „Primärganglion“, d. h. das Ganglion, soweit es

durch Aussonderung von Elementen des Centralorganes constituirt wird, fertig. Jetzt erkennt man auch schon, dass die Zellen Fasern in das Rückenmark hinein senden, eben die Nervenwurzeln, und auch nach der Peripherie je einen Fortsatz auswachsen lassen, den peripheren Nerven. Fig. 17.

Aus den lateralen Zellen der Ganglienanlage scheinen sich weitere Zellen abzuspalten, welche vielleicht auch zum Aufbau der peripheren Nerven verbraucht werden. Es besteht aber hier noch eine wesentliche Meinungsdifferenz.

Bei Amphioxus kommt es nicht zur Loslösung der Ganglienplatte vom Centralapparat. Er hat desshalb keine Spinalwurzeln, sondern nur Spinalnerven, welche aus dem Rückenmarke selbst zu kommen scheinen (Retzius, Heymanns und van der Stricht). Wahrscheinlich bleiben auch bei den Cyclostomen und vielleicht auch bei den einzelnen Teleostiern Ganglienreste im Centralorgan zeitlebens festgelagert.

Die Ursprungszellen der meisten motorischen Nerven, namentlich aller derjenigen, welche quergestreifte Muskulatur innerviren, liegen im Centralorgan. Wir haben ihrer schon in der vorigen Vorlesung gedacht, weil sie uns da ein gutes Beispiel abgaben für die Superposition verschiedener Neurone.

Aber nicht alle motorischen Nerven entstammen der gleichen Stätte. Es giebt überall im Körper zerstreut liegende Ganglienzellen, deren Neuriten in glatten Muskelfasern der Gefässe, des Darmes, des Herzens und anderer Eingeweide enden. Diese gewöhnlich dem Sympathicus zugerechneten Zellen müssen, weil an ihre normale Existenz die Fähigkeit zu Eigenbewegungen der betreffenden Organe geknüpft ist, auch als motorische Ganglienzellen angesehen werden. Sie liegen an vielen Stellen — in der Darmwand z. B. und im Herzen in relativ innigem Contacte mit anderen Neuriten, die von anderen Stellen, aus dem Grenzstrange etwa, aus dem Rückenmark u. s. w. stammen. Auch hier also, im Sympathicus, giebt es motorische Bahnen verschiedener Ordnung. Wir haben vorhin erfahren, dass bei den Säugern ein guter Theil der secundären motorischen Bahnen bis zum Organe des Bewusstseins irgendwie vordringt. Das ist nun nicht für alle diese Bahnen der Fall. Man stellt sich viel zweckmässiger zunächst die motorischen Centren, die centralen und natürlich erst recht die peripheren sympathischen als selbständig wirkungsfähige vor und untersucht für jeden einzelnen Fall, wie weit höhere Nervenbahnen sich zugesellen, wie weit höhere Nervencentren eine Einwirkung ausüben können. Bei den Säugern sind ja alle quergestreiften Muskeln vom Centralorgane her innervirt, und nur die glatten, sowie die Herzmuskulatur erfreuen sich einer gewissen Unabhängigkeit von demselben.

Der Sympathicus enthält natürlich auch eine grosse Menge von Zellen und Fasern, welche Reize recipiren, also solche, die man gewöhnlich sensible nennt. Es ist aber viel zweckmässiger für alle Bahnen, von denen wir nicht wissen, ob die von ihnen aufgenommenen Reize irgendwie wirklich empfunden werden, den Namen **recipirende Bahnen**, welchen Bethe eingeführt hat, zu gebrauchen. Ja es dürfte sich überhaupt empfehlen, diesen Ausdruck, weil er eben gar nichts als die Fähigkeit einen Eindruck aufzunehmen präjudicirt, vielfach an Stelle des Namens sensibel zu setzen.

Die meisten recipirenden Nerven stammen aus den Spinalganglien. Auch sie splittern sich, an der Peripherie angekommen, auf, entweder frei im Epithel, oder zwischen modificirten, meist epithelialen Gebilden, End-

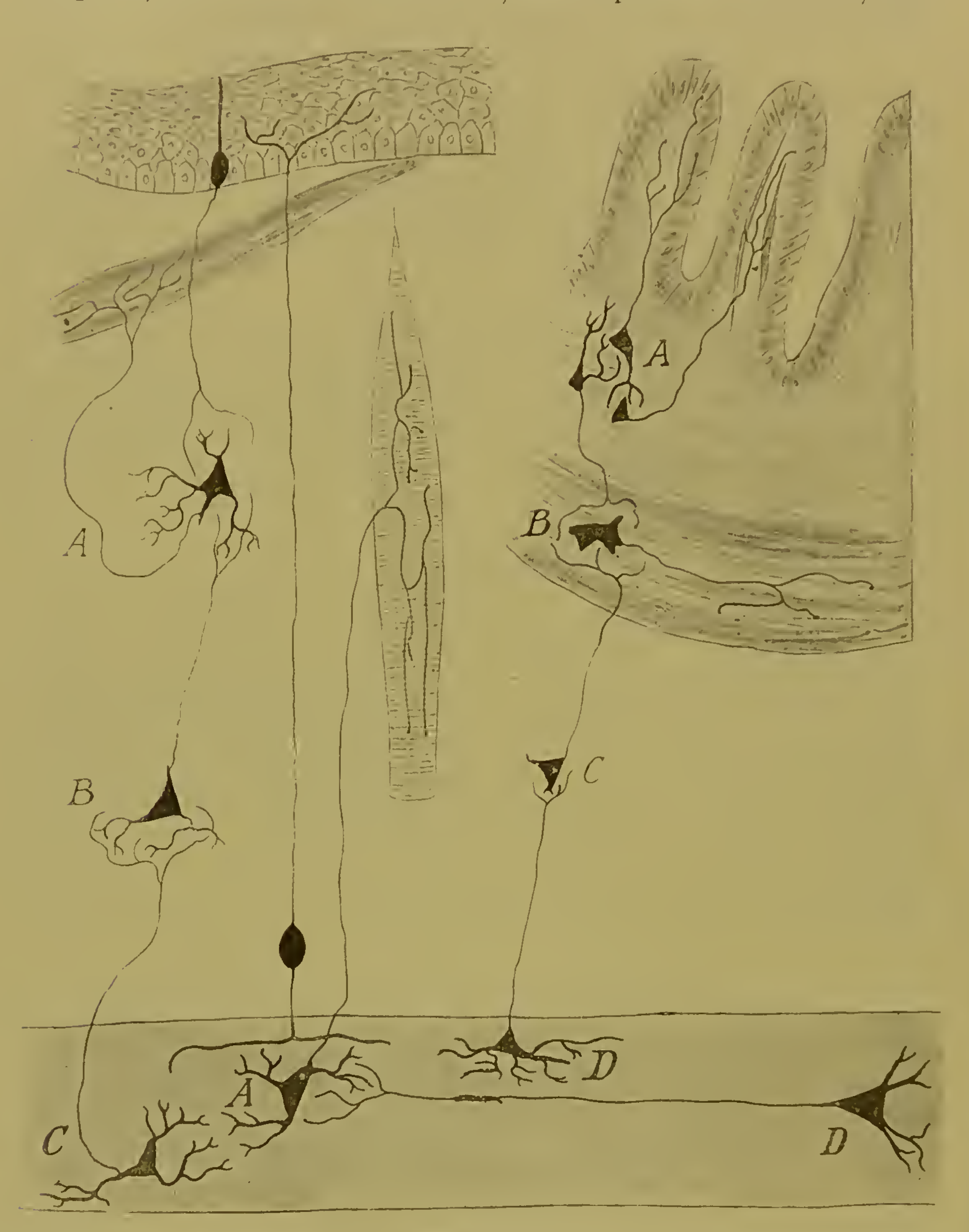


Fig. 18.

Uebersicht über das periphere und centrale Nervensystem.

Drei völlig schematische Abbildungen, die sich nicht an wirkliche Verhältnisse irgend eines speciellen Thieres anlehnen, sondern nur zur Klarmachung der im Texte dargelegten principiellen Dinge bestimmt sind. Man erkennt Nerven motorischer und receptorischer Natur, peripher und centraler liegende Centren und kann bei Verfolgung der einzelnen Linien sehen, wie solche Centren in sich geschlossen wirken, wie aber auch Einflüsse von weiter her auf sie wirken können.

A, *B*, *C*, *D* deutet an, dass die Leitungen erster, zweiter u. s. w. Ordnung sich über einander schalten. Unten Centralorgan, oben drei Beispiele aus der peripheren Innervation.

apparaten. Für die recipirenden Nerven ist aber ausser der Ontogenie auch einiges von grossem Interesse aus der Phylogenie bekannt geworden.

Bekanntlich weist die äussere Bedeckung schon sehr wenig entwickelter Thiere, der Cölenteraten z. B., mitten unter den gewöhnlichen Epithelzellen solche auf, welche durch ihre Anordnung zu bestimmten Gruppen und durch den Besitz eines längeren Endfadens, der sich in das Nervensystem einsenkt, sich auszeichnen. Es ist nun in der ganzen Reihe der niederen Thiere ein sehr häufiges Vorkommniss, dass im Ectoderm liegende Zellen durch solche Fasern mit dem benachbarten Nervenknoten verbunden sind. Spricht ihre Lage in der Epidermis schon dafür, dass es sich um Antheile des sensorischen Apparates hier handelt, so wird die Vermuthung zur Sicherheit, wenn man erkennt, wie vielfach diese Zellen zu Gebilden in Beziehung stehen, welche besondere Reize aufzunehmen geeignet sind. Lange starre Haare, schwingende Borsten, aufgesetzte Stifte scheinen Tasteindrücke leicht übermitteln zu können, während wir ganz analoge Zellen zur Hohlkugelwand da geordnet sehen, wo ein Steinchen, ein Otholith im Inneren der Kugel schwingend, den Sinnesapparat für das Gleichgewicht darstellt. Linsenförmige Theile des Ectoderm liegen an anderen Stellen vor ebensolchen Zellen, wohl geeignet Licht oder Wärmestrahlen diesen in besonderer Weise zu übermitteln. Es ist hier ja nicht möglich eine Schilderung all der mannigfachen Einrichtungen zu geben, welche bei den Wirbellosen als Sinnesapparate fungiren, nur das soll hervorgehoben werden, dass von der einfachen Epithelzelle des Ectodermes bis zu hoch differenzirten Apparaten alle Uebergangsformen gefunden werden und dass auch bei den höchsten der gleiche Typus, die Epithelzelle, welche einen Faden in das Nervensystem hineinschickt, wiederkehrt. Es giebt einen Ort, an dem man auf beschränktem Raume eine ganze Anzahl von Uebergängen erblickt, die von der einfachen mit dem Nerven verbundenen Epithelzelle bis zu complicirteren Sinneshügeln führen. Das ist die Haut einer glasklar durchsichtigen Schneckenart, der Pterotrachea. Der Zusammenhang von Epithelzellen mit Nerven, die dem Centralorgan zuziehen, ist in den letzten Jahren sehr schön von Lenhosseck für die Epidermis des Regenwurmes geschildert worden. Eigene Untersuchungen und solche von Retzius haben mich von der Richtigkeit seiner Angaben völlig überzeugt. Aus zahlreichen Zellen des Integumentes sieht man feine Fäden entspringen, welche den Nervenknoten zuziehen und dort, zumeist unter Theilung enden. Lenhosseck hat nun eine Hypothese ausgesprochen, welche sich bisher von grossem heuristischen Werthe erwiesen hat und geeignet ist unsere Anschauung vom sensiblen Theile des peripheren Nervensystems einfacher und folgerichtiger zu gestalten. Alle receptorischen Nerven bei den Wirbellosen und bei den Wirbelthieren stammten, meint L., von solchen ursprünglich im Integument gelegenen Zellen. Es rückten die Zellen nur vielfach in die Tiefe, einen langen, oft aufgezweigten Faden in der Haut zurücklassend; bei den Wirbelthieren geriethen sie bis in die Wirbelsäule als Spinalganglien-

zellen. Ob die Zellen nun aber direct im Oberflächenepithel liegen, oder ob sie mit diesem nur durch den Ausläufer, den sensiblen Nerven, verbunden sind, immer senden sie rückwärts einen Faden in das Nervensystem hinein. Retzius hat bei Mollusken solche Uebergangszellformen mit peripherem Faden von sehr verschiedener Länge beschrieben, wo die einer Epithelzelle gleichwerthige Ganglienzelle nicht mehr in der Haut, sondern in verschiedener Tiefe unter derselben liegt. In Figur 19 lege ich nach Zeichnungen des letzteren Autors eine kleine Reihe vor, welche leicht zeigt, wie man sich nach dem eben Vorgetragenen die Entwicklung des sensiblen Nervensystems denken kann.

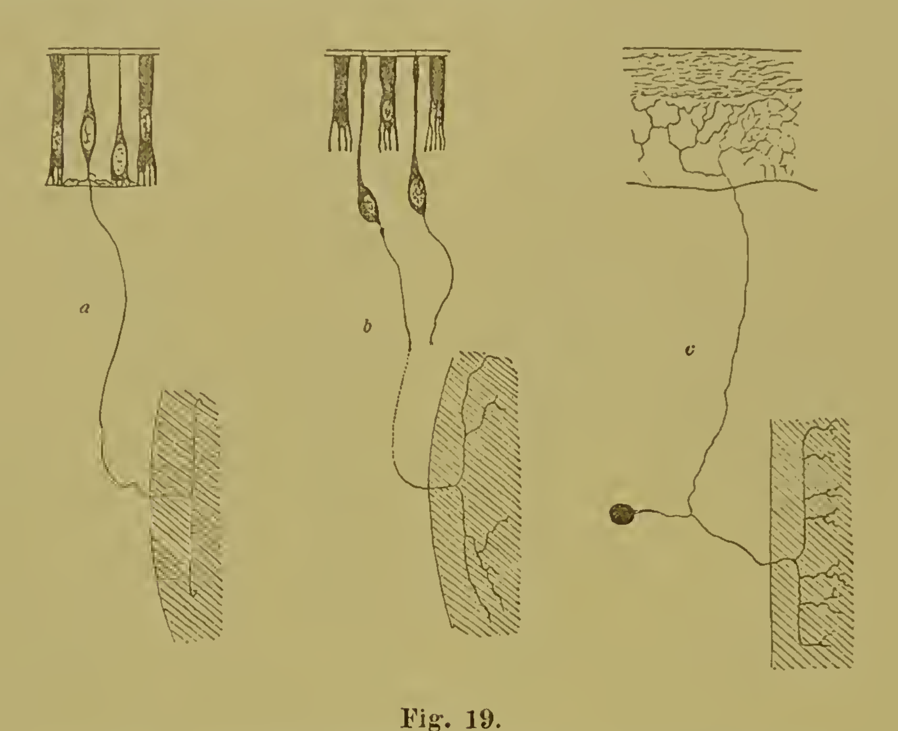


Fig. 19.

Nach Retzius. *a* Sinnesepithelien des Regenwurmes. *b* Ebensolche von einer Schnecke. *c* Spinalganglienzelle eines Wirbelthieres — ein Fortsatz, der receptorische Nerv, geht zur Haut, ein zweiter als Wurzel in das Centralorgan hinein. — In allen drei Zeichnungen ist das Centralorgan schraffirt.

Es handelt sich übrigens in den Fällen, wo die recipirende Endzelle noch ganz in der Peripherie liegt, keineswegs immer um niedere Thiere, vielmehr findet man noch bei den Wirbelthieren dergleichen und zudem die mannigfachsten Uebergangsbilder, wenn man die Nervenendigung in den Sinnesorganen studirt. Die Epithelien der Riechschleimhaut senden, wie die der Regenwurmhaut, einfach einen Fortsatz hinein in das Gehirn. Im Ohre aber giebt es keine Endzellen in diesem Sinne mehr, es liegt da die betreffende Zelle im Ganglion spirale der Schnecke, während ihr peripherer Fortsatz die Stiftzellen der Crista acustica aufgezweigt umfasst, ganz wie der sensible Nerv die Epidermiszellen, Fig. 20. Auch für die Geschmacksfasern ist eine derartige Aufzweigung um Zellen nachgewiesen. Von der Retina wissen wir, dass sie Nervenbahnen enthält, die aus dem Centralorgan kommend, sich um ihre Elemente aufzweigen, da-

neben aber auch Ganglienzellen führt, die ihren Axencylinder rückwärts dem Centralorgan zusenden.

Die vergleichend anatomische Untersuchung der Retina hat uns einen Befund von ganz besonders grossem Interesse für die Art, wie periphere Nerven und ihre Beziehungen zu den Endapparaten allgemein aufzufassen sind, kennen gelehrt. Die Retina kann als eine Reihe von über einander geschichteten Nervenzellen und Neuroepithelien, die wahrscheinlich auch im Wesen Nervenzellen sind, aufgefasst werden. Bei den Vertebraten ziehen aus einer ca. fünf- bis sechsfachen Schichtung die Sehnervenfasern rückwärts einen weiten Weg hinein in das Gehirn, wo sie sich in bestimmte Ganglien auflösen. Lenhosseck und gleichzeitig Kopsch haben gefunden, dass bei den Cephalopoden eine Trennung dieser Retinaschichten in der Art erfolgt ist, dass aus einigen wenigen schon die Fasern rückwärts ziehen, in den Kopf eintreten und hier auf weitere Retinaschichten treffen, die aber dem Centralorgan fest angelagert sind. Der Sehnerv der Cephalopoden verläuft also nicht zwischen Retina und Gehirn, sondern zwischen verschiedenen Retinaschichten (v. Lenhosseck). Und da die äusserste Schicht dem Gehirne anliegt, so existirt gar kein Sehnerv in dem Sinne, wie ihn die Vertebraten haben, es ist also der Opticus hier ein Tractus intraretinalis, dort ein Tractus retino-cerebralis. Durch ganz verschiedene Anordnung der Neurone kommt im Wesentlichen der gleiche Endeffect zu Stande.

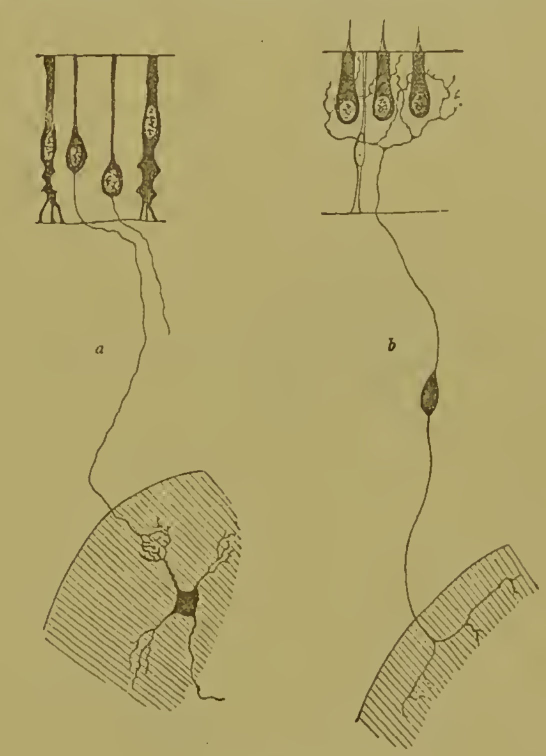


Fig. 20.

Nach Retzius. *a* Sinnesepithelien der Nase, senden ihren Axencylinder als Riechnerv, Fila olfactoria, rückwärts zum Gehirn, wo er sich aufzweigt. *b* Eine Ganglienzelle aus dem Ganglion spirale der Schnecke. Ihr peripherer Fortsatz verzweigt sich um die Stiftzellen der Macula, ihr centraler geht als Ramus cochlearis N. acustici in das Gehirn.

Receptorische Nerven sind weithin über den ganzen Körper verbreitet. Nicht nur an den Orten, die man gewöhnlich als empfindend bezeichnet, sondern auch in allen anderen Geweben und Organen des Organismus finden sie sich. Ob man die Leber oder die Niere, die Lunge oder die Wand eines Blutgefässes untersucht, immer findet man da, in früher ungeahnt grosser Menge, dünne Nervenästchen aufgezweigt. Ein guter Theil derselben endet wahrscheinlich schon in peripher liegenden Endzellen, die dem Reflexbogen des Sympathicus angehören, ein anderer aber ist höchst wahrscheinlich bis in die Spinalganglien zu verfolgen und bis in das Rückenmark selbst. Gerade die Untersuchungen der letzten Jahre, die sich der Silber- und der Methylenblaumethode bedienen konnten, haben nicht nur den Reichthum an Organnerven entdecken lassen, sondern auch gezeigt, dass wir uns die sensible Innervation der empfindenden Flächen, der Haut z. B. oder der Geschmackapparate, viel zu arm vor-

gestellt haben. Es liegen da enorme Plexus von Nervenfäden unter und zwischen den Epithelzellen und diese senden zu jeder einzelnen Zelle Aestchen, oft viele zu einer einzelnen. Ich lege, um nur einige Beispiele zu geben, hier Ihnen Abbildungen vor, welche zeigen, wie um jedes Haar herum sich eine wahre Krone von Nervenfäden legt, wie im Gaumen des Frosches zu den Epithelzellen Endfäden ziehen und wie die Pigmentzellen in der Haut der Fische von einem förmlichen Netze dicht umsponnen sind. Aus der Leber, der Blase und von vielen anderen Orten her könnte ich Ihnen noch zahlreiche Beweise für die überreiche periphere Innervation vorlegen. Wir haben früher viel zu viel Werth auf die einzelnen Endapparate gelegt und meist übersehen, dass eigentlich der allergrösste Theil der Körpergewebe zellweise schon mit Nerven versorgt ist. Von dem Reichthum an Nervenfasern in den echten Endapparaten, in den Tast- und den Geschmackpapillen z. B. kann man sich kaum eine zu grosse Vorstellung machen. Gute Imprägnationen lassen da ungeahnt dichte Plexus erkennen.

Für welche Leistungen mag eine so reiche recipirende Innervation angelegt sein? Es giebt, das leuchtet sofort ein, eine sehr grosse Anzahl von Reflexen, die für die Erhaltung des Individuums dringend nothwendig sind, ohne dass sie gerade dem Träger bekannt werden. Die Regulirung der Secretionen, der Blutversorgung in der Haut im Verhältniss zur Gesammtwärmeökonomie des Organismus, die Anpassung an verschiedene Belichtung, die Spannung der Muskeln und Sehnen durch die diesen eigenthümlichen Sehnenreflexe, die verschiedene Einstellung solcher Spannungen, je nachdem die willkürliche Innervation verschieden eingreift, und sehr vieles Andere könnte hier genannt werden. Zu all dem bedarf es ausser dem motorischen Theile des Reflexbogens eines recipirenden Antheiles. Ja Exner, dem wir besonders die Hinweise auf die Wichtigkeit dieser kurzen Reflexbogen und ihre Rolle im Organismus verdanken, hat sehr schön erläutert, wie überhaupt zum Zustandekommen wohl jeglicher Bewegung die Intactheit der sensiblen Innervation erforderlich ist. Der Schluckact z. B. zerfällt in einen willkürlich auslösbaren Theil und einen reflectorischen. Anästhesirt man durch Cocain den Rachen, so bleibt zwar die Fähigkeit zum ersten erhalten, der Bissen wird aber vom Oesophagus, dem nun keine sensiblen Eindrücke von ihm zugeführt werden können, nicht weiter befördert, es bleibt die Reflexaction aus. Nun wird erst klar, warum die Schleimhaut der Speiseröhre so mächtige sensible Innervation besitzt, warum unter und in ihrem Epithel solche grossen Plexus von Nervenfasern liegen. Ein anderes, wie mir scheint, gutes Beispiel für die Wichtigkeit *recipirender Regulirung rein motorischer Vorgänge* bietet die Bewegung unserer Finger. Bekanntlich ist diese recht gestört, die „Finger sind steif“, wenn nur sensible Störungen in der Hand vorhanden sind. Das kann man künstlich erzeugen. Durchkältet man die Hand stark, so wird sie steif, unbeweglich, auch für Actionen, die durch Muskeln ausgeführt werden, welche am Vorderarme

wärmegeschützt liegen. Diese Muskeln können sich offenbar nicht normal contrahiren, wenn sie von den Sehnen- und Gelenkenden her nicht regulirende Empfindungen erlangen können. Die steifen Finger, die wir von einem Winterspaziergange nach Hause bringen können, beruhen auf

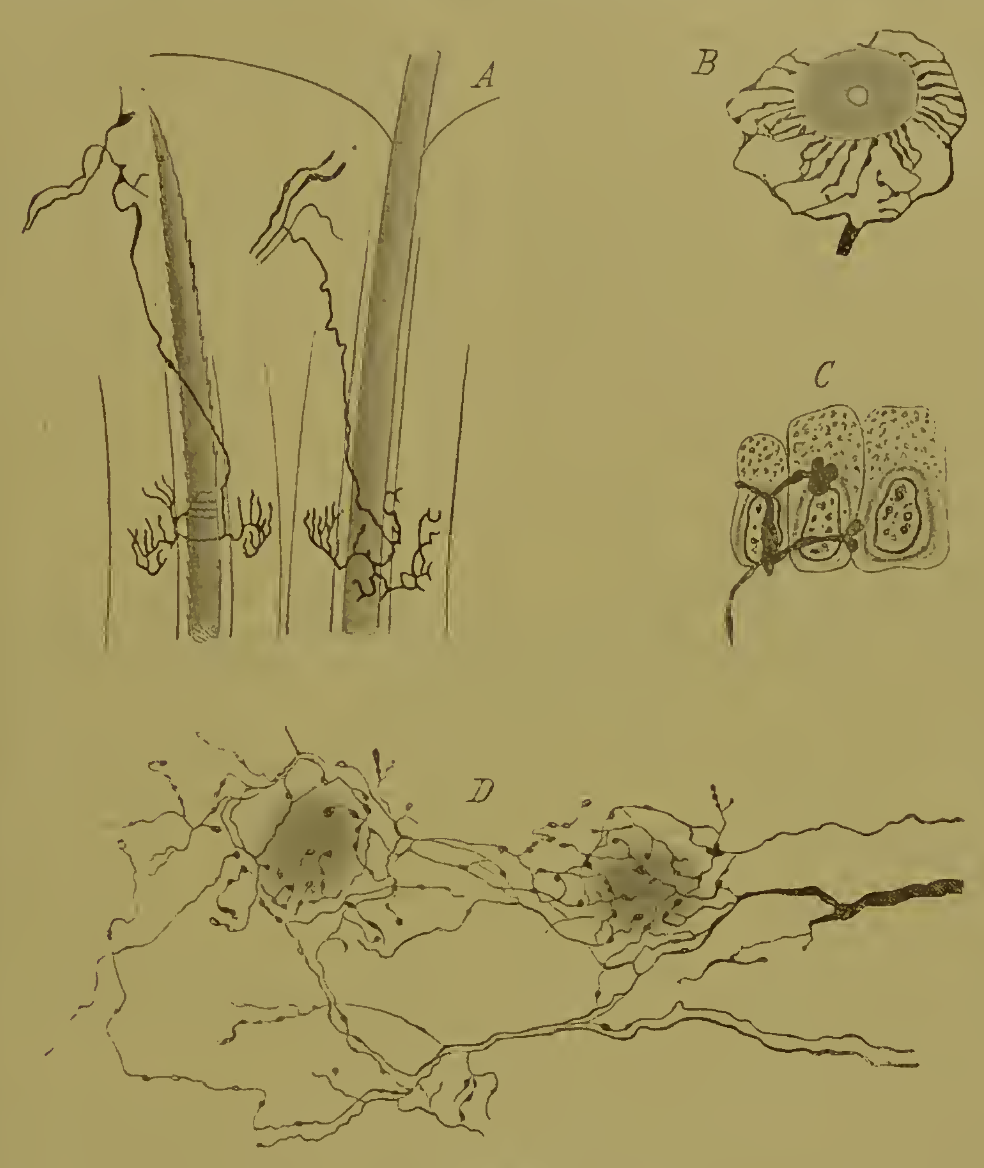


Fig. 21.

A. Haare von der Maus, Nerven mit Silber geschwärzt. *B.* Ebensolche im Querschnitt. Nach v. Gehuchten. *C.* Nerven zu Epithelzellen des Froschgaumens. Methylenblaumethode, nach Bethe. *D.* Pigmentzellen aus der Haut von Alburnus mit dem Nervennetz nach Eberth und Bunge.

einer Störung der Sensomobilität. Wahrscheinlich gehören viele Bewegungsstörungen der Hysterischen eben hierher.

Eine überreiche receptorische Innervation ist also erforderlich, nicht nur für zahllose Reflexvorgänge, sondern auch zur Regulirung vieler anscheinend nur dem Willen unterworfener Bewegungen.

Unter „sensibler Innervation“ darf man sich aber nicht nur Vorgänge denken, welche bewusst in die Empfindung treten. Hier werden alle die Vorgänge darunter verstanden, bei welchen von irgend einer Stelle des Körpers her dem nächsten Ganglion oder dem Centralapparat Eindrücke zugeführt werden. Ob sie weiter geleitet werden, ob sie von dem Träger wahrgenommen werden, das kommt für die Begriffbestimmung nicht in Betracht. Empfinden und Wahrnehmen sind nicht das Gleiche.

Die allermannigfachsten Bahnen und Centren dienen der Sensibilität und wir haben bei den Vertebraten, speciell bei dem Menschen, der über die Wahrnehmung einzelner Empfindungen ja Auskunft geben kann, schon eine ganze Anzahl verschiedener Gefühlsarten kennen gelernt.

Die sensible Controle, deren einzelne anscheinend gleichartige Bewegungen bedürfen, ist nicht überall die gleiche. Namentlich kommen, wie es scheint, bei den höheren Thieren viel mehr regulirende Momente in Betracht als bei niederen. Aber auch die Säuger können gelegentlich durch Einübung u. s. w. auf die eine oder andere Art der Controle verzichten lernen, können auskommen mit dem, was auf tieferen Stadien der Entwicklung allein regulirt.

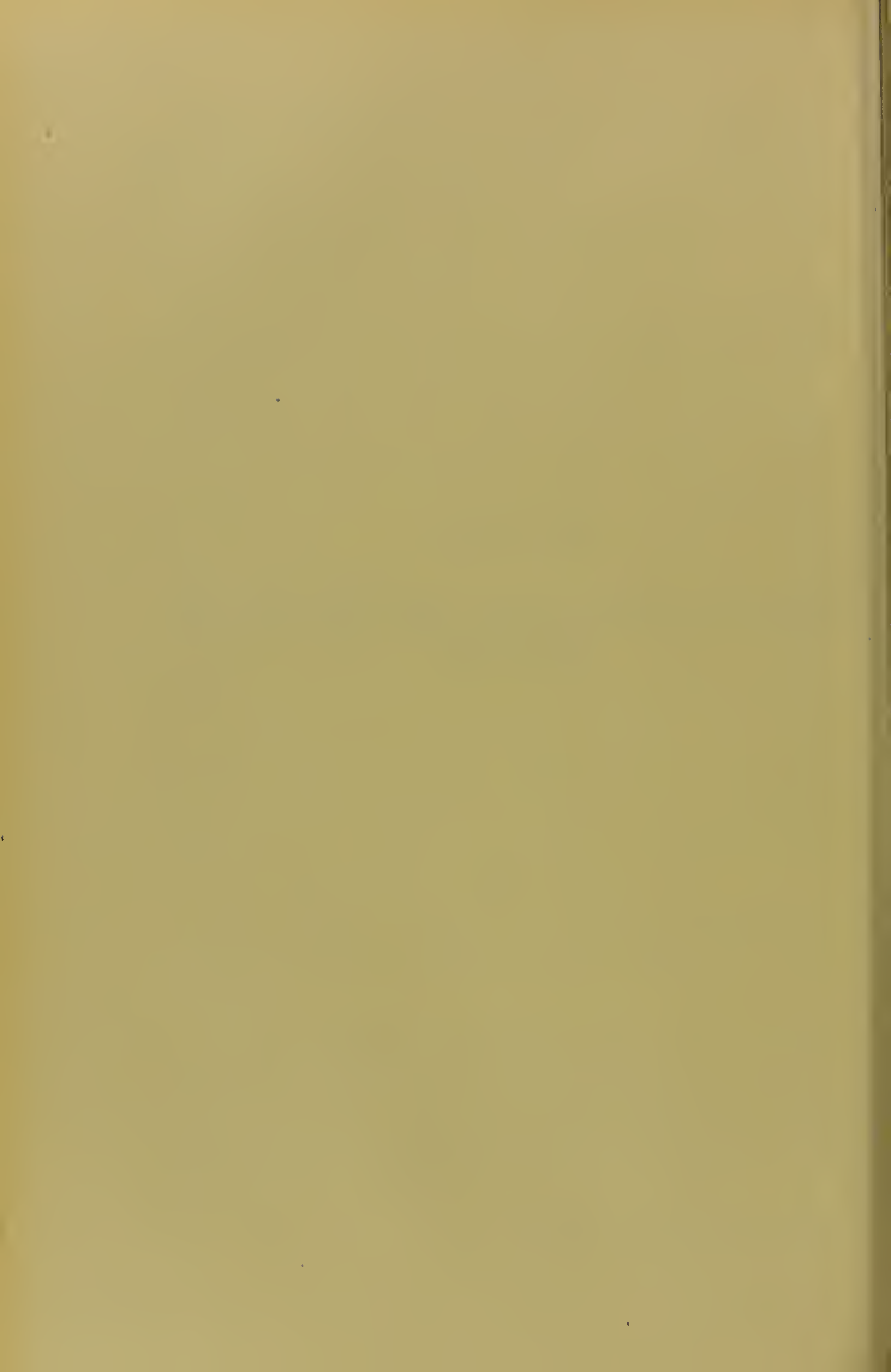
Sehr gut wird die Wichtigkeit der einzelnen Arten solcher sensiblen Regulirung von noch ganz elementaren motorischen Vorrichtungen illustrirt durch einen geistvollen Versuch, den J. Richard Ewald angestellt hat. Nimmt man einem Hunde beiderseits die Labyrinthe weg, so erleidet der Gesammtmuskeltonus und damit das Vermögen das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten zunächst eine so enorme Störung, dass Gehen und Stehen ganz unmöglich wird. Aber das gleicht sich nach einiger Zeit wieder aus, die Bahnen für den Tastsinn u. s. w. ersetzen zunächst mehr und mehr das Fehlende. Trägt man nun beiderseits dem gleichen Thiere die motorischen Rindenfelder für die Beine ab, so erscheinen jene schweren motorischen Störungen erneut, das Thier ist unfähig zu geordneten, ja zunächst überhaupt zu irgend welchen ordentlichen Bewegungen. Auch hier tritt langsam ein Ausgleich ein. Aber der Hund ist jetzt in trauriger Lage, denn er ist für die Controle seiner Bewegungen ganz allein auf seine Augen angewiesen. Hülflos stürzt er zusammen, wenn man das Zimmer verdunkelt oder ihm die Augen verbindet.

Niedere Vertebraten — Frösche z. B. — können den Defect, welcher durch Labyrinthentfernung entsteht, nicht decken, weil bei ihnen die Möglichkeit von der Hirnrinde aus mit anderen Formen des Gefühles ausgleichend zu arbeiten ganz gering ist. Die bleiben nach Entfernung des Labyrinthes dauernd unfähig zum Springen.

Die kurze Uebersicht, welche diese einleitenden Vorlesungen Ihnen, meine Herren, gegeben haben, lässt erkennen, wie complicirt schon bei alltäglichen Verrichtungen der Mechanismus ist, auf dem sie sich abspielen. Wir wollen nun in den folgenden Vorlesungen das Centralorgan selbst studiren und versuchen, ob es gelingt in ihm wenigstens einen Theil dieses Mechanismus so zu erkennen, dass er zur Erklärung physiologischer und psychologischer Vorgänge benutzbar wird.

II. THEIL.

ÜBERSICHT ÜBER DIE ENTWICKLUNG UND DIE VERGLEICHENDE ANATOMIE DES VERTEBRATEN-GEHIRNES.



Fünfte Vorlesung.

Die Entwicklung des Gehirnes und der Ganglien.

Die letzten Vorlesungen haben gelehrt, dass es zerstreute Nervenknoten mit motorischen und sensiblen Antheilen giebt, dass aber der grössere Theil des centralen Nervensystemes sich bei den höheren Thieren auf einen bestimmten Raum mehr oder weniger concentrirt. Es umfasst dies concentrirte Nervensystem bei den Vertebraten zunächst immer einen länglichen Strang, die Medulla spinalis, in welchen von aussen her die sensiblen Nerven einmünden, während aus Zellen die im Marke selbst liegen, die motorischen Nerven entspringen. Wo viele Nerven eintreten oder entspringen, ist der Centralapparat dicker, ebenso da, wo auf engem Raume besonders mächtige Nerven abgehen. Namentlich im Kopftheile des Thieres ist das der Fall. Alle Cranioten besitzen desshalb da eine besondere Anschwellung, die Medulla oblongata. Ihr entstammen die Nerven für die Kiemenbogen, resp. für das Gebiet, welches aus jenen ableitbar ist.

Eine weitere Vergrösserung liegt weiter vorn, wo die bei fast allen Thieren mächtigen Sehnerven eintreten (Mittelhirndach) und schliesslich findet man regelmässig ganz vorn am Ende des Centralnervensystemes eine meist mächtige Auftreibung, die Stätte, wo zunächst der Riechnerv sein Ende findet.

Im Rückenmark sowohl als weiter oben, bestehen aber noch Verbindungen einzelner Höhen unter einander. Dadurch kommen neue Vergrösserungen des Centralapparates zu Stande. Schliesslich gesellen sich zu dem ganzen bisher geschilderten Abschnitte immer noch andere Theile, welche nicht in directer Beziehung zu den eintretenden Nerven stehen, wohl aber für einzelne Functionen der Thiere ungemein wichtig werden können. So findet man zunächst dorsal vom verlängerten Marke bei allen Cranioten mehr oder weniger stark entwickelt das Kleinhirn, dann liegt ventral von der Endstätte des Opticus, und auch vor ihr, noch ein mächtiger Apparat, die Mittelhirnbasis und die Mittelhirnganglien, welcher Bahnen aufnimmt, die von unten her und von vorn her kommen und auch ebensolche aussendet. Schliesslich entwickelt sich immer vor dem Zwischenhirn und dorsal von der Endstätte des Riech-

nerven das Stammganglion des Vorderhirnes, dem sich ein Hirnmantel zugesellen kann.

Bekanntlich reicht die Existenz des Rückenmarkes ganz allein aus, niedere Thiere zu relativ complicirten Leistungen zu befähigen. Man kann nun anatomisch und auch durch das Experiment verfolgen, wie sich an Werthigkeit verschieden und mannigfach wechselnde Stufen der Ausbildung erreichend die verschiedenen Hirntheile in der Thierreihe zum Rückenmarke zuaddiren, die Leistungsfähigkeit des Organismus so wesentlich steigernd. Amphioxus besitzt im Wesentlichen nur den metamer angelegten Strang zur Aufnahme und Abgabe der Nerven; was er von Hirntheilen hat, ist so gering, dass es nach jahrzehntelangen Untersuchungen, an denen unsere besten Männer sich betheiligt hatten, doch erst in letzter Zeit — durch Kupffer — aufgefunden werden konnte. Dem physiologischen Versuche gegenüber ist der Hirnabschnitt überhaupt noch refractär geblieben. Geköpfte Amphioxen verhalten sich ganz ebenso, wie solche, welche das spitze vordere Körperende noch besitzen, Steiner. Aber alle cranioten Wirbelthiere besitzen frontal vom Rückenmarke zum mindesten noch die vorhin erwähnten Hirntheile. Aber welche Mannigfaltigkeit der Ausbildung weisen die einzelnen Theile auf! Wahrlich kaum etwas lehrreicheres und interessanteres auf morphologischem Gebiete lässt sich finden als ein Blick auf das Werden des Gehirnes, auf das Vortreten oder Zurücktreten einzelner Theile, auf die Entwicklung ungeheurer Massen aus Theilen, die bei anderen Thieren noch rein epitheliale Häute darstellen. Sie werden mit mir diese Dinge nun durcharbeitend erkennen, wie sich allmählich das Ganze aufbaut, wie es wurde und wie es noch ständig in Aenderung, im Abnehmen da und im Zunehmen dort begriffen ist.

Physiologisch und hoffentlich dereinst auch in psychologischer Beziehung bieten diese Dinge noch ein besonderes Interesse. Es ist gewiss zu beklagen, dass sie hier noch ganz ungenügend gewürdigt sind.

Am zweckmässigsten betrachten wir zunächst die entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge. Sie sind gerade in den letzten Jahren wieder besonders genau studirt worden, und diese Studien haben uns so viel Material gebracht, dass man wohl wagen darf, das für alle Klassen Gemeinsame zusammenzufassen.

Dass die ganze Anlage des Nervensystemes aus dem äusseren Keimblatte geliefert wird, dass diese Anlage zu einem Streifen, der bald zur Rinne sich einsenkt, gebildet wird, das wissen Sie aus einer früheren Vorlesung. Schon sehr früh schliesst sich die Medullarrinne zum Medullarrohre. Aber schon ehe dieser Schluss vollendet ist, erkennt man bei allen Wirbelthieren an der Stelle, wo das Gehirn sich entwickelt, drei bläschenförmige Ausbuchtungen: das Vorderhirn (Proencephalon), das Mittelhirn (Mesencephalon) und das Hinterhirn (Rhombencephalon). Die Wand, welche vorn frontal das Vorderhirn abschliesst, wird embryonale Schlussplatte, Lamina terminalis, genannt.

weil hier der Schluss der ursprünglich flächenförmig ausgebreiteten Hirnanlage in einer Naht erfolgt ist.

Eine kleine Ausstülpung, welche bei den niederen Vertebraten dauernd, bei den Embryonen der höheren Vertebraten vorübergehend in der Schlussplatte nachweisbar ist, zeigt nach His den frontalsten, zuletzt geschlossenen Theil der Hirnhöhle an — Recessus neuroporicus. Kupffer hält sie für einen Lobus olfactorius impar, weil sie, ähnlich wie die Anlage eines Sinnesapparates, sich einer kleinen Epithelansammlung der Haut innig anlegt. Vielleicht haben wir den Rest eines uralten Sinnesorganes vor uns.

Der Schnitt durch die Larve des Störes, den ich hier vorlege, enthält, wie die weitere Darlegung zeigen wird, Anlagen der allermannig-

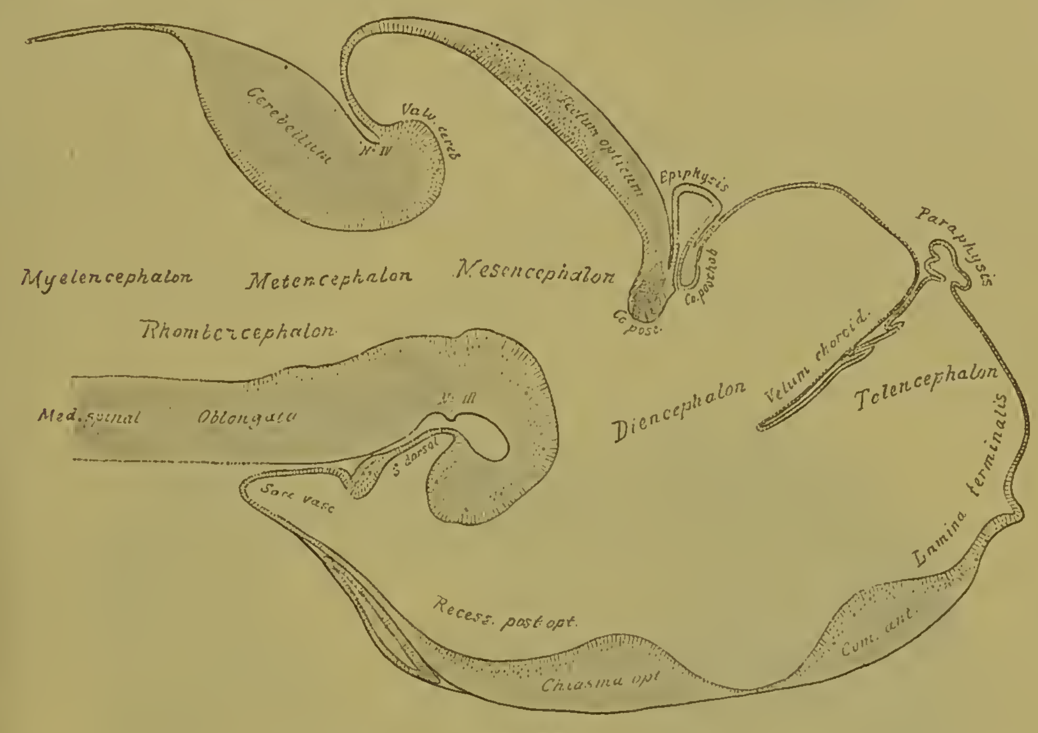


Fig. 22.

Medianschnitt durch den Kopf einer 4 Mon. alten Larve des Störs, Acipenser sturio, nach C. v. Kupffer.

fachsten Art für die Weiterentwicklung der einzelnen Hirntheile. Nicht alle kommen zur Ausbildung, viele bleiben fast auf der Stufe stehen, die hier abgebildet ist; aber bei den höheren Wirbelthieren verwandeln sich die einzelnen kleinen Abschnitte des Hirnrohres in wichtige Gebilde, deren Entwicklung dann für die einzelnen Klassen eine sehr verschiedene sein kann.

Zunächst soll unsere Aufmerksamkeit die kleine Epithelplatte am dorsalen Ende der Schlussplatte fesseln. Hier entsteht nämlich bei den meisten Vertebraten aus demjenigen Theile des Vorderhirnes, welcher dorsal und lateral von der Schlussplatte liegt, ein neues mächtiges Gebilde, das Endhirn — Telencephalon, eine ganz vorn und dorsal sitzende grosse Blase, die bald durch eine von oben her eindringende Einfaltung in eine rechte und eine linke Hemisphäre zerlegt wird. Auf Fig. 22 ist das desshalb nicht sichtbar, weil der Schnitt genau median fällt, die

Hemisphären auch beim Stör nicht ausgebildet sind. Beachten Sie auf Fig. 24 die Beziehungen des gleichen Hintertheiles zur Lamina terminalis, dort sind sie besser zu übersehen.



Fig. 23.

Längsschnitt durch das ganze Gehirn einer neugeborenen Katze; das Zwischen- und Mittelhirn vom Vorderhirn bedeckt. Vergr. 1:2.

Die Hemisphären, welche anfangs sehr unscheinbare kleine Gebilde sind, wachsen bei den Säugern als Grosshirn bald enorm aus, krümmen sich nach rückwärts und überdecken so allmählich die meisten anderen Blasen. Sie sitzen schliesslich einer Kappe gleich über dem Zwischenhirn (Thalamus), dem Mittelhirn (Corpora quadrigemina) und dem Hinterhirn (Cerebellum und Pons).

Natürlich communiciren die Hohlräume der verschiedenen Gehirn-

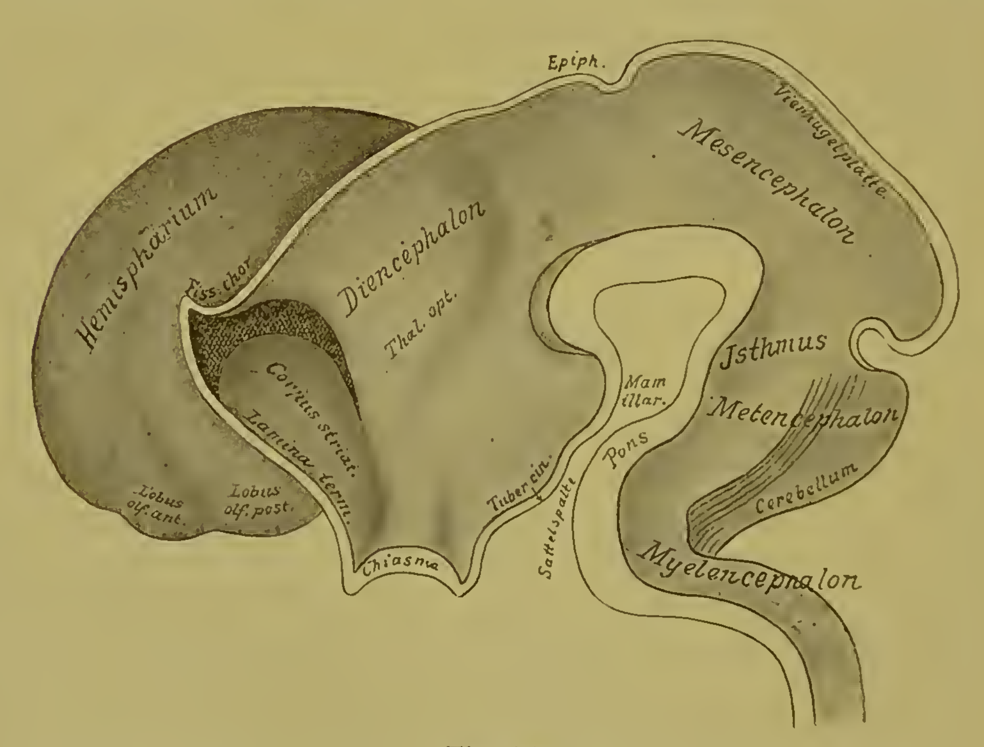


Fig. 24.

Medianschnitt durch das Gehirn eines menschlichen Embryo aus der 5. Woche nach His. Hemisphärium ältere Bezeichnung für Telencephalon.

blasen, welche später Ventrikel des Gehirns heissen, trotz dieser Rückwärtsbeugung der vordersten Blase weiter mit einander.

Aus dem ursprünglichen Vorderhirn haben sich also zwei Gebilde entwickelt. Gewöhnlich nennt man von nun ab das Telencephalon Vorder-

hirn, während demjenigen Theil der ursprünglich vordersten Hirnblase, welcher nicht in die Hemisphären aufgegangen ist, der Name Zwischenhirn Diencephalon gegeben wird.

Bei allen Säugern verdicken sich nun allmählich die Wände der Hemisphären. Man erkennt aber bald, dass das keineswegs gleichmässig erfolgt. Nahe der Basis legen sich die Lobi olfactorii als dickwandige Massen an und hinter ihnen entwickelt sich ein mächtiger Körper, das Striatum, ebenfalls auf dem Hirnboden. Diese Massen sind dann durch eine Furche von einem mehr dorsalen Abschnitt geschieden, dem Mantel oder Pallium, dessen Wände relativ spät erst dick werden. Nun ist es Ihnen gewiss interessant, wenn ich jetzt schon mittheile, dass hier uralte Verhältnisse sich kundgeben. Bei allen Vertebraten entwickelt sich nämlich der basale Abschnitt, das Stammganglion und die Riechlappen, aber nur bei den höheren erreicht das Pallium nennenswerthe Ausbildung. Das Pallium aber ist derjenige Abschnitt des Gehirnes, welcher später die Rinde tragen und dadurch das Organ sein wird, an dessen Aufbau sich alles höhere Seelenleben knüpft. Das Pallium des Störes z. B. bleibt zeitlebens so dünn wie es Fig. 22 vom Embryo abgebildet ist.

Fig. 25.

Längsschnitt durch den Kopf eines Hühnerembryos von $4\frac{1}{2}$ Tagen. Die 5 Hirnblasen meist deutlich von einander abgegrenzt. Am Dache des Zwischenhirns eine Ausspülung, welche später zur Glandula pinealis wird. Das Epithel des Gaumens stülpt sich nach der Hirnbasis zu ein und bildet so die erste Anlage eines Theiles der Hypophysis. Nach v. Mihalkovics.

Die Hemisphären sind bei den Säugern am höchsten ausgebildet und hier auch am besten studirt. Ihre Entwicklung soll deshalb auch hier speciell für die Säuger geschildert werden, während eine Darstellung dessen, was aus den Hirntheilen wird, welche caudal von dem Hemisphärengehirn liegen, besser sich später geben lässt, wenn wir die Gehirne niederer Thiere kennen lernen, wo gerade das Zwischenhirn, das Mittelhirn und auch das Hinterhirn besondere Ausbildungsformen zeigen, die bei den Säugern theils wenig sichtbar, theils ganz verloren sind.

Das Dach des Zwischenhirns bleibt zeitlebens fast in seiner ganzen Länge eine einfache Epithelschicht. Da wo es in das Hemisphärenhirn übergeht, wachsen aus der Schädelhöhle reichliche Gefässe herunter, welche diese Epithelplatte vor sich hertreiben. Der so in die Hirnhöhle hineinragende epithelbedeckte Gefässzapfen heisst Plexus chorioideus. Da

die Hemisphären aus dem Zwischenhirn herausgewachsen sind, so muss ihr medialer Rand in jenen Plexus übergehen. Auf dem Fig. 26 abgebildeten Frontalschnitt durch das Vorderhirn eines frühen menschlichen Embryos wird das deutlich. Auf diesem sehen Sie auch, dass die Höhle des unpaaren Vorderhirnes als Ventriculus medius, die der Hemisphären als Ventriculus lateralis bezeichnet wird. Der Plexus chorioideus sendet in die Seitenventrikel Ausläufer, Plexus chorioidei laterales. Die Stelle, wo die Hemisphärenwand in die einfache Epithelschicht übergeht, wird als Rand der Hemisphäre bezeichnet. Dieser Rand ist in seiner ganzen Länge später durch ein weisses Faserbündel, den Fornix, markirt. Die helle Linie Fig. 24 an „Fiss. chorioidea“ ist der Rand.

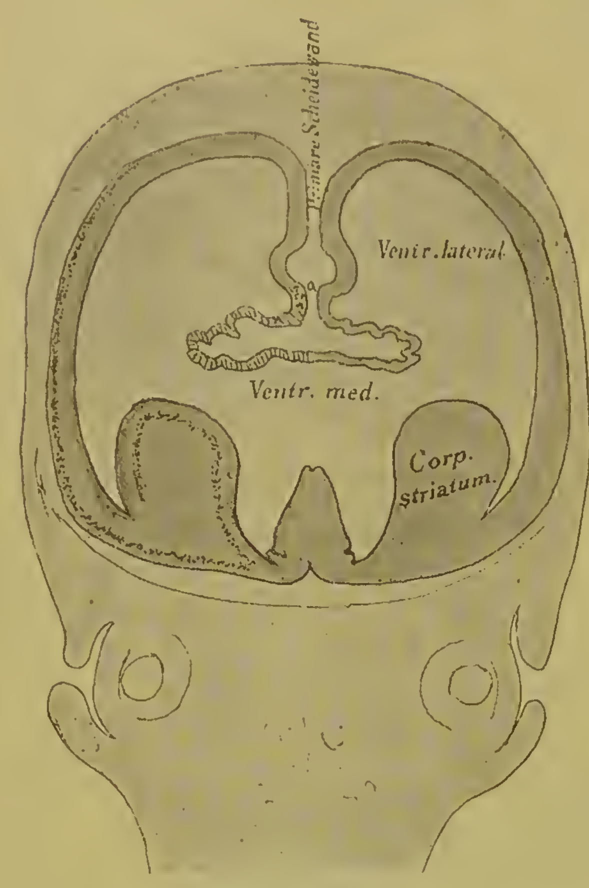


Fig. 26.

Frontalschnitt durch den Kopf eines menschlichen Embryo von $2^1/_2$ Monaten, zeigt die Einstülpung der Vorderhirnblase (etwas schematisirt) und die Anlage des Corpus striatum.



Fig. 27.

Das Gehirn einer menschlichen Frucht aus dem vierten Schwangerschaftsmonate.

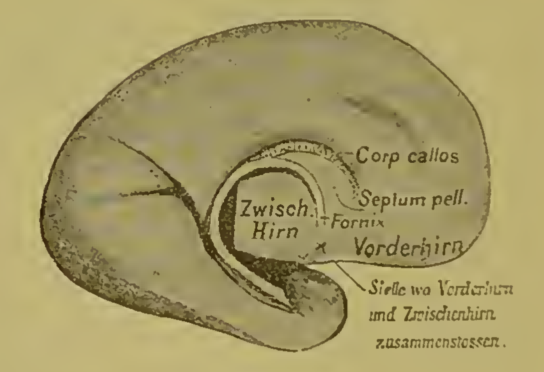


Fig. 28.

Innenansicht der auf Fig. 27 abgebildeten embryonalen Hemisphäre; zeigt den inneren unteren Rand der Hemisphäre, welcher zum weissen Markstreif des Fornix verdickt ist. Derselbe wird aber erst nach der Geburt markweiss.

Wenn die wichtigsten Theile des menschlichen Vorderhirnes sich einmal gesondert haben, dann hat es die in Fig. 27 wiedergegebene Ge-

stalt. Es ist nach hinten ausgewachsen und auch nach unten hat es sich gekrümmt. Da wo innen in den hohlen Raum der Hemisphären das Corpus striatum hineinragt, hat sich die Aussenwand nicht so ausgedehnt, wie an den anderen Vorderhirntheilen. So ist im Verhältniss zur Umgebung dort eine Vertiefung zurückgeblieben, die Fossa Sylvii. Leicht kann nun an den Hemisphären auch schon ein vorderer oder Frontallappen, ein hinterer oder Occipitallappen, zwischen beiden ein Parietallappen unterschieden werden. Der nach unten von der Fossa Sylvii liegende Theil der Hemisphärenwand heisst Temporallappen. Innen sind die Hemisphären hohl, und folgt die Ventrikelhöhle natürlich der allgemeinen Hirnform. Man hat den Ventrikeltheil, welcher im Stirnlappen liegt, als Vorderhorn, den im Hinterhauptlappen als Hinterhorn und den im Schläfenlappen als Unterhorn bezeichnet. In diesem Entwicklungsstadium verlangt unser besonderes Interesse noch die mediale Hemisphärenwand. Dass dieselbe an ihrem ventralen Rande überall in das Epithel des Plexus chorioides übergeht, haben Sie vorhin erfahren. Das ändert sich auch nicht, wenn sie sich mit dem Schläfenlappen nach unten krümmt. Von der Basis der embryonalen Schlussplatte bis in die Spitze des Schläfenlappens zieht im Bogen diesen Rand bezeichnend der Fornix daher. Im vorderen Theil des Gehirnes entwickeln sich etwas dorsal vom Fornix die Balkenfasern. Sie ziehen zwischen beiden Hemisphären in einer Linie dahin, welche zum Fornix in spitzem Winkel steht. Das Stück, das zwischen Balken und Fornix übrig bleibt, das also aus zwei dünnen Blättern der primären Hemisphärenscheidewand besteht, ist das Septum pellucidum. Das sind wichtige Verhältnisse, die ich Sie genau an den gegebenen Abbildungen zu studiren bitte.

An dem Fig. 26 abgebildeten Schnitte erkennen Sie ein anatomisches Verhältniss, dessen bislang noch nicht näher gedacht wurde. — Am Boden des Vorderhirnes liegt eine Verdickung der Wand, welche frei in den Ventrikel hineinragt, das Stammganglion, Corpus striatum. Viele Fasern, welche im Vorderhirn entspringen und zu tiefer gelegenen Theilen des Centralnervensystems ziehen, müssen, um dorthin zu gelangen, mitten durch das Corpus striatum hindurch. Es wird von den durchpassirenden Fasermassen in zwei Theile gespalten, in einen äusseren und einen inneren. Man hat den ersteren Nucleus lentiformis, den letzteren Nucleus caudatus benannt. Die Fasermasse zwischen beiden hat den Namen Capsula interna empfangen. Beim Embryo von 4 Monaten ist die Theilung des Corpus striatum bereits deutlich, Nucleus lentiformis und Nucleus caudatus erscheinen als selbständige graue Massen.

Das Corpus striatum liegt der ganzen Länge des Hemisphärenbodens an. Hinten ist es jedoch sehr schmal, und es bleibt eigentlich nur der mediale Theil überall nachweisbar, der als Schwanz des Nucleus caudatus auf allen Querschnitten durch das Grosshirn getroffen wird. Der laterale Theil, der Nucleus lentiformis, ist bedeutend kürzer. Der Nucleus caudatus ragt frei in den Ventrikel hinein. Auch der Nucleus lentiformis thut es aufangs. Im späteren Embryonalleben aber wird die schmale Spalte zwischen ihm und der

Hemisphärenwand so eng, dass sie nicht mehr nachweisbar bleibt. Immer aber kann man die Hemisphärenwand, auch beim Erwachsenen noch, ohne Zerreissung von Fasern vom äusseren Rande des Nucleus lentiformis abziehen. Beim ausgewachsenen Gehirn kommt die Stelle des einstigen Spaltes sogar zuweilen zu wichtiger Geltung. Dort erfolgen nämlich ganz besonders leicht die Hirnblutungen, und die austretende Blutmasse erfüllt, wenn sie noch nicht zu gross ist, den Raum zwischen Hemisphärenwand und Aussenglied des Linsenkerns.

Der Anblick der kleinen Gehirne, die ich Ihnen eben vorgelegt habe, hat vielleicht schon die Frage bei Ihnen erweckt, wie wächst das Gehirn? und der Vergleich mit dem reich gefurchten erwachsenen Organ, die nächste, wann etwa hat das Gehirn die Form und Grösse erreicht, die es für die grössere Zeit des Lebens, also bis dahin, wo das Alter Schwundprocesse hervorruft, behält?

Wenn das Gehirn das Organ ist, an dessen fehlerloses Functioniren der normale Ablauf der seelischen Processe geknüpft ist, dann lohnt es sich sehr wohl zu wissen, wie lange sich noch etwa neue Gewebselemente bilden können und auf Zunahme welcher Theile das Wachsthum des Ganzen beruht. Nun sind leider die Untersuchungen, welche uns diese wichtigen Dinge beantworten könnten, noch sehr wenig weit gediehen. Es fehlen noch völlig Untersuchungen über die Anzahl der Theilungsvorgänge an Ganglienzellen verschiedener Hirntheile in postembryonaler Zeit. Bis jetzt hat man solche Theilungsvorgänge an den Kernen der centralen Zellen nur sehr selten gefunden, so dass es scheinen möchte, als habe das Gehirn, das etwa im 7. Lebensjahre annähernd Form und Gewicht des erwachsenen Organes erlangt hat, bis dahin seine Ganglienzellen alle angelegt.

Auch der von Schiller gebrachte Nachweis, dass der dünne Oculomotorius neugeborener Katzen kaum weniger Fasern enthält, als der starke Nerv erwachsener Thiere, spricht für die Annahme eines frühen Beendens der Zellbildung. Doch giebt es auch entgegenstehende Angaben. So fand Kayser in der Halsanschwellung des Rückenmarkes Neugeborener nur etwa halb so viele Ganglienzellen als am gleichen Platze bei einem 15jährigen Knaben. Der bei dem letzteren erhobene Befund unterschied sich allerdings dann kaum noch von demjenigen, welchen eine Zählung am Halsmarke eines reifen Mannes ergeben hatte. Auch Zählungen, die Birge u. A. am Froschrückenmarke vorgenommen haben, sprechen durchaus dafür, dass bei diesem Thiere noch lange im reifen Leben die Ganglienzellen sich vermehren.

Wahrscheinlich kommt das Allermeiste, was postembryonal beim Menschen Hirnvergrösserung erzeugt, auf Auswachsen von Fibrillen aus vorhandenen Ganglienzellen und auf die wohl während des ganzen Lebens weitergehende Markscheidenbildung. Auch Donaldson, dem wir ein vortreffliches Buch über das Wachsthum des Gehirnes verdanken, kommt zu ähnlichem Schlusse.

Das Vorderhirn des Menschen und seine Kenntniss liegt Ihren bisherigen Studien so nahe, dass es sich schon verlohnte, seine Entwicklung etwas näher zu beschreiben. Da uns in diesen Vorlesungen aber nicht der Mensch allein interessirt, so lassen Sie uns nun untersuchen, wie sich

nachdem die ersten Entwicklungsvorgänge, welche allen Thieren gemeinsam sind, einmal abgelaufen sind, das Gehirn eines anderen Wirbelthieres gestaltet. Ich demonstrire desshalb das Gehirn eines Reptiles, unserer Eidechse, das wenig seitlich von seiner Mittellinie durchschnitten ist. Man kann an ihm sehr gut die einzelnen Theile eines Wirbelthiergehirnes erkennen, weil auch bei den ausgewachsenen Reptilien die Verhältnisse sehr viel einfacher liegen als bei den Säugern.

Die Mitte der Abbildung nimmt der Hohlraum des Zwischenhirnes ein. Seine Abgrenzung dorsal ist fast ausschliesslich aus Epithelplatten gebildet, die in mannigfachen Ausbuchtungen verlaufend uns später näher beschäftigen werden. Auch ventral ist die nach hinten zu einem Sacke, dem Recessus infundibularis, ausgestülpte Wand nur dünn. Die Hypophysis liegt ihr dicht an. Die Seitenwände sind nicht abgebildet, sie enthalten die Thalamusganglien. Die dorsale Zwischenhirn-

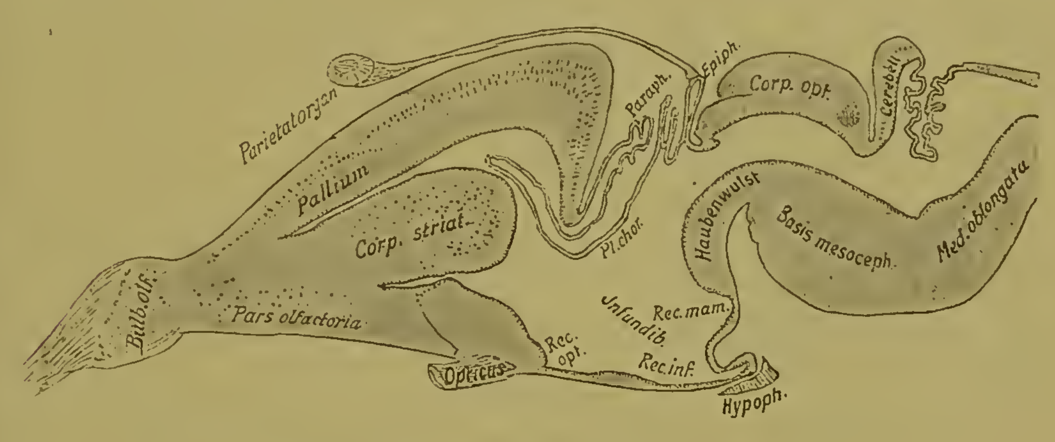


Fig. 29.

Reptiliengehirn. Schema eines Sagittalschnittes.

wand setzt sich direct in den Hirnmantel, das Pallium fort, welcher die Wand des Hemisphärengehirnes ist. Die Basis dieses schon bei den Eidechsen mächtigen Hirntheiles wird vom Stammganglion und vom Riechapparate eingenommen. Caudal schliesst sich dem Zwischenhirn das Mittelhirn an, dessen dorsaler Abschnitt als Corpus opticum bezeichnet ist, weil hier die erste Endstätte des Sehnerven liegt, während der ventrale als Haubenwulst und als Basis mesencephali bezeichnete Abschnitt fast ausschliesslich Faserzüge und nur wenige kleine Kerne enthält. Mit einer starken Einknickung geht das Corpus opticum in das Cerebellum über. In diesem Winkel liegen bei allen Wirbelthieren zwei mächtige Faserkreuzungen, von denen die vordere dem Nervus trochlearis angehört. Das Kleinhirn bedeckt schon einen Theil der Oblongata. Der grössere aber liegt, bei den Eidechsen wenigstens, frei und nur von einem dünnen Plexus chorioides, dem Plexus ventriculi quarti bedeckt. Dann verengert sich der Hohlraum des Centralorganes mehr und mehr und durchzieht schliesslich als ein feiner Canal die ganze Länge des letzten Abschnittes des Centralnervensystemes, des Rückenmarkes.

Ueber die **Entwicklung der peripheren Nerven** habe ich Ihnen schon in der vorigen Vorlesung Mittheilung machen können. Ist das Centralnervensystem in seiner Ausbildung einmal soweit gediehen, dass die Hauptheile sich wohl abgrenzen lassen, so erkennt man, dass vom Zwischenhirn an bis hinab an das Ende des Rückenmarkes der centrale Hohlraum (Ventrikel, Centralcanal) von grauen ganglienzellenreichen Gewebsmassen umschlossen ist. Vom Mittelhirn ab sehen wir aus diesen die peripheren Nerven abtreten. Die motorischen Nerven stammen aus Zellgruppen im Grau und treten fast alle an der ventralen Seite vom Centralorgan ab. Die sensorischen Nerven entspringen mit dem grössten Theil ihrer Fasern aus dem Centralorgan dicht anliegenden Ganglien. Aus den Ganglien senkt sich für jeden sensiblen Nerven eine Anzahl „Wurzelfasern" dorsal in das centrale Nervensystem ein. Die meisten sensorischen Wurzelfasern gerathen nicht weit vom Ganglion schon in die graue Substanz, einige ihrer Antheile aber laufen erst eine Strecke weit in oberflächlichen Schichten vor- oder rückwärts, ehe sie dort enden. Man bezeichnet diese Antheile als auf- und als absteigende Wurzeln.

Abstammung und Anordnung der Ganglien bieten sehr viel Interessantes und Lehrreiches.

Zunächst zeigt die früheste Entwicklungsgeschichte, dass es sich in diesen peripheren Gebilden um echte Abkömmlinge des Centralnervensystemes handelt, um Theile, die sich nur schon sehr früh von jenem abgelöst haben.

In der vorigen Vorlesung schon haben Sie erfahren, dass die Ganglien aus dem Randstreifen der Medullarplatte hervorgehen. S. bes. Fig. 16 u. 17. Wir bezeichnen die so entstehenden Ganglien als Primärganglien. Aus solchen Primärganglien gehen ganz direct die Spinalganglien hervor. Die Primärganglien der Hirnnerven aber treten mit dem Ectoderm oder, richtiger gesagt, nunmehr mit der embryonalen Epidermis für die Dauer einer gewissen Entwicklungsperiode von neuem in Contact und bilden mit dieser zusammen Anlagen primärer Sinnesorgane. Jeder Hirnnerv gewinnt zwei solcher Contacte oder Sinnesanlagen an typisch lokalisirten, zu zwei Längsreihen geordneten Stellen: eine mehr dorsal gelegene, die „dorso-laterale" oder „Kupffer'sche", und eine mehr ventral gelegene, die „epibranchiale" oder „Froriep'sche Anlage."

Alle dorso-lateralen Anlagen finden sich in einer Längslinie, die vorn in der Riechgrube beginnt, durch die Gehörgrube verläuft und bei niederen Wirbelthieren als „Seitenlinie" sich auf den Rumpf fortsetzt. Alle epibranchialen Anlagen liegen in einer Längslinie, die vorne in der Linsengrube beginnt und sodann genau am dorsalen Rande aller Kiemenspalten entlang läuft. Von den ersteren Anlagen persistiren zwei und entfalten sich zu bleibenden Sinnesorganen: die Riechgrube und die Gehörgrube. Die Froriep'schen Anlagen dagegen haben durchweg nur embryonale Existenz und wurden desshalb von ihrem Entdecker als

ontogenetisch erhaltene Rudimente verloren gegangener, ancestraler Sinnesorgane gedeutet und „Kiemenspaltenorgane“ benannt.

Während also die Spinalganglien nur aus der Ganglienleiste hervorgehen, d. h. dem Centralnervensystem entstammen, haben die Kopfnerven noch zwei andere, der Epidermis entstammende Antheile in sich aufgenommen.

Nachdem man einmal erkannt hatte, dass die richtige Deutung der Hirnnerven bei niederen Thieren und beim Menschen gar nicht anders als durch entwicklungsgeschichtliche Studien zu gewinnen ist, hat man in den letzten Jahren sehr viel Mühe und Scharfsinn auf das Studium dieser „Kopfganglien“ verwendet. Ausser den genannten Autoren sind wir für viel Wichtiges namentlich noch Beard und Chiarugi zu Danke verpflichtet.

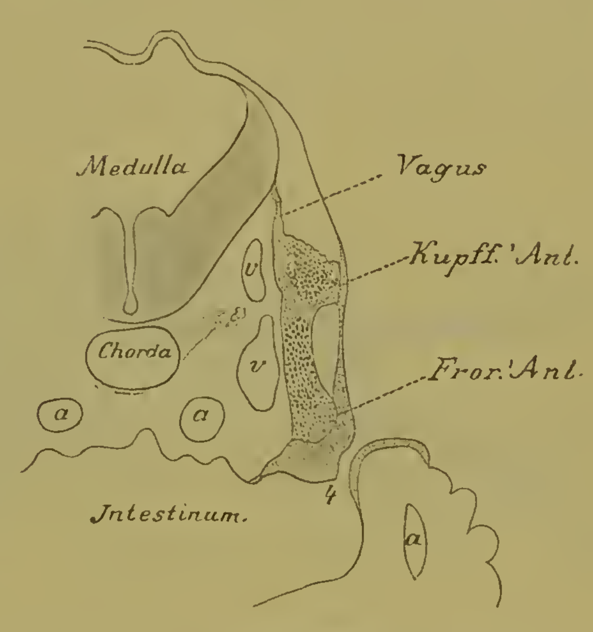


Fig. 30.

Querschnitt durch den Hinterkopf eines Selachierembryos von 12 mm, in der Höhe der 4. Viscoralspalte; zeigt das Vagusganglion mit seinen zwei Epidermisverbindungen, der lateralen od. Kupffer'schen, und der epibranchialen od. Froriep'schen Anlage. *a*, *a* Arterien, *v* Vena jugularis, 4 Kiemenspalte. Nach Froriep.

Das Kopfende des Skeletes setzt sich ancestral aus einer Anzahl von gleichwerthigen Abschnitten zusammen, die noch nicht ganz sicher ermittelt ist.

Wahrscheinlich giebt die Zahl der Ganglien und die Art der Nervenwurzeln hier noch Hinweise und so erscheint es als wichtige Aufgabe, zu ermitteln, wie viele wirkliche Nervenpaare am Kopfe vorhanden sind. In zweiter Linie erst kann erkannt werden, wie sich jene Paare zu den Hirnnerven zusammengelegt haben, welchen wir beim reifen Thiere begegnen. Bei der Umwandlung werden dann auch noch einzelne vorher wichtige und grosse Nervenbahnen überflüssig und verschwinden, andere ändern ihre Verlaufsrichtung und wieder andere gelangen zu Organen, die während der Stammesgeschichte oder der Individualentwicklung zunächst eine vom reifen Zustand ganz verschiedene Function und Bedeutung gehabt haben. Ich will zur Illustration Sie daran erinnern, dass, wenn aus den embryonalen Kiemenanlagen später wichtige Theile des Schädels und des Gehörapparates hervorgehen, die Kiemennerven die Umwandlung natürlich mitmachen. Sie erscheinen — z. B. der Nervus petrosus superfic. — später als ihrem ursprünglichen Zwecke völlig entfremdete Züge. Bei den Fischen und den im Wasser lebenden Amphibien ist bekanntlich die Haut des Kopfes von einem System von Sinnesorganen überzogen, die vielleicht der Druckempfindung für das umgebende Medium dienen. Die sensiblen Facialisäste, welche bei den

Amphibienlarven diese Sinnesapparate versorgen, gehen mit der Umwandlung zu landlebigen Amphibien verloren, resp. erhalten sich nur als ganz unbedeutende Aestchen.

Sie sehen, die Aufgabe einer wirklich ausreichenden Beschreibung der Kopfnerven ist gar nicht anders zu lösen als dadurch, dass wir allmählich alle Einzelnerven, die je einem Kopfabschnitte entsprechen, kennen lernen und dass wir dann in zweiter Linie zu ermitteln suchen, wie sich jene dann zu grösseren Stämmen zusammenordnen.

Soweit wir heute wissen, findet man die relativ einfachsten Verhältnisse bei den Embryonen der Cyklostomen. Kupffer.

An dem nur 4 mm langen Ammocoetes, der Larve von Petromyzon, sehen Sie, dass die Kette der Epibranchialganglien dorsal verbunden ist mit den fünf viel mächtigeren dorsolateralen Ganglien. Ganz vorn liegt das Ganglion ophthalmicum. Aus diesem entwickeln sich später die meisten Fasern, welche den Augenast des Trigeminus zusammensetzen.

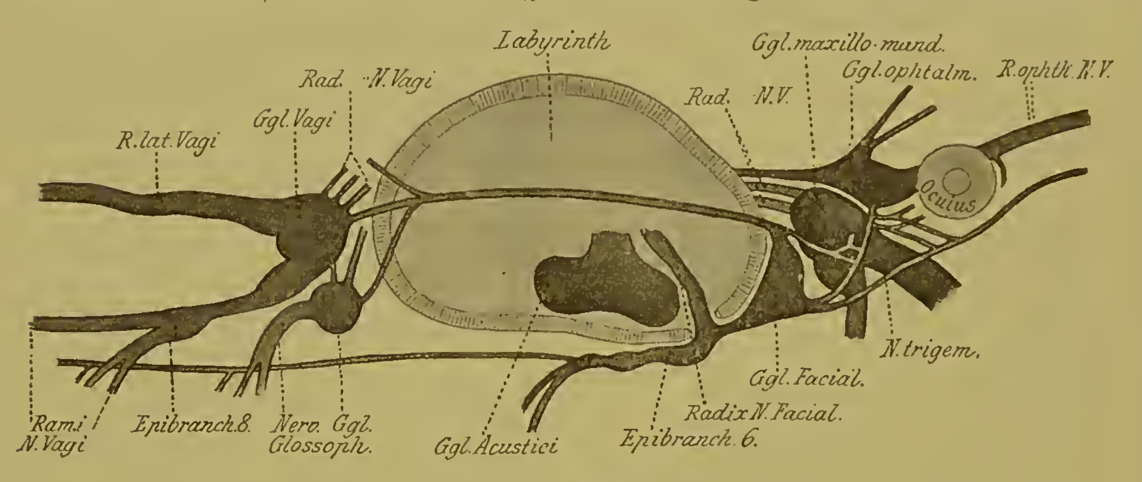


Fig. 31.

Ganglien und Kopfnerven eines 4 mm langen Ammocoetes. Auf die Medianebene projicirt. Ca. 100 : 1. Nach v. Kupffer.

Dahinter liegt, durch zwei Wurzeln mit dem Centralorgan verbunden, das Ganglion maxillo-mandibulare. Es wird später mit dem Ggl. ophthalmicum zum dreigetheilten Ganglion Gasseri zusammenfliessen und den zweiten und dritten Quintusast abgeben. Aber wenn das geschieht, haben sich längst schon Fasern und Ganglienzellen aus den vordersten Epibranchialganglien beigemengt und es ist dann der Nervus trigeminus schon als ein recht complicirtes Gebilde, das Theile der verschiedensten Herkunft einschliesst, anzusehen.

Vor der Labyrinthkapsel, mit dem sechsten und siebenten Epibranchialganglion verknüpft, liegt das mächtige Ganglion des Nervus facialis. Wenn das Thier etwas grösser ist, erkennt man, dass dieses Ganglion nur noch ein Anhängsel der mächtigen Gesammtwurzel des Facialis ist, dass aber an der Zusammenzetzung dieses Nerven nicht nur Wurzelfasern und solche aus dem Ganglion, sondern namentlich auch noch zahlreiche Gebilde Antheil haben, welche den um jene Zeit allmählich ver-

schwindenden Epibranchialganglien entstammen. Gerade caudal vom Facialisganglion bricht später der früher continuirliche Epibranchialganglienstamm ab, wie auf der Abbildung Fig. 32, die einem 12 cm langen Thiere entnommen, gut ersichtlich ist. Theile von ihm erhalten sich frontal in einem Ramus buccalis und caudal in den peripheren Facialisästen. Da haben Sie nun ein Beispiel für das, was ich vorhin über die Werthigkeit der einzelnen Nerven ausführte: der anscheinend einheitliche Facialis enthält Elemente der mannigfachsten Herkunft und Werthigkeit.

Eine Sonderstellung nimmt der Olfactorius ein. Einmal scheint ihm das Primärganglion ganz zu fehlen; das Riechganglion (His) entsteht selbständig von der Epidermisverdickung der Riechgrube als ein rein dorso-laterales Ganglion, trennt sich von derselben ab, rückt an das Gehirn heran und verschmilzt hier vollkommen mit dem Bulbus olfac-

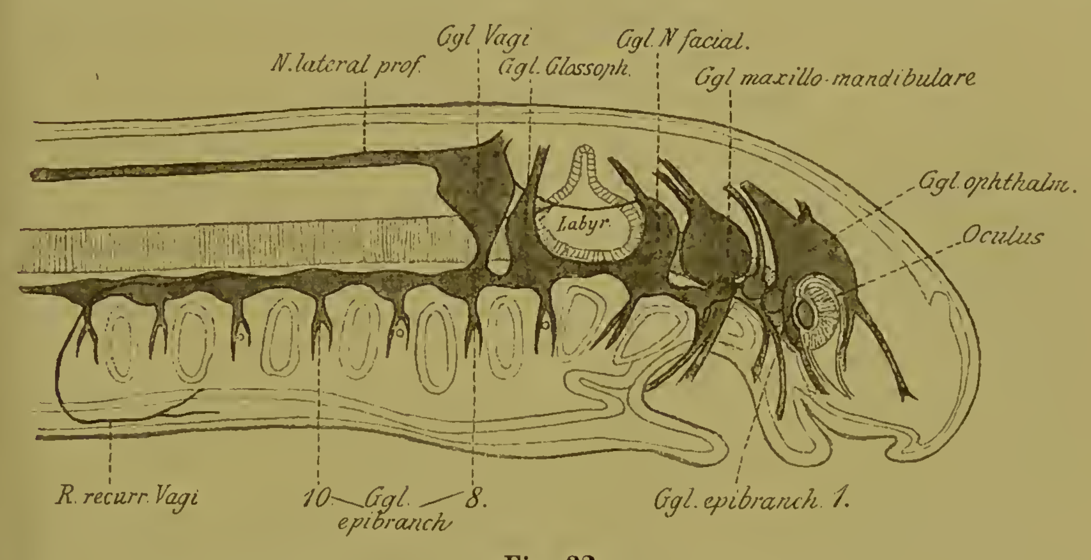


Fig. 32.

Kopfnerven eines Ammocoetes von 12 cm Länge Nach v. Kupffer.

torius. Auch die Riechgrube verhält sich eigenartig, insofern sie von den persistirenden Anlagen die einzige ist, die den Character des primären Sinnesorganes definitiv beibehält. Ihre Zellen bleiben in situ liegen als peripherische Nervenzellen, die ihren Nervenfortsatz in den Bulbus olfactorius entsenden. In anderen Sinnesorganen, wie in der Gehörgrube, erfolgt eine Sonderung: die ursprünglich peripherischen Nervenzellen rücken in die Tiefe und werden zu bipolaren Ganglienzellen, während die an der Oberfläche bleibenden Zellen der Anlage sich zu „secundären Sinneszellen" (C. Retzius) differenziren.

Ob sich die peripheren Nerven in ihrer ganzen Länge nur durch Auswachsen jener primitiven Anlagen bilden, oder ob, wie Balfour zuerst angab, sich zu ihrem Aufbau zahlreiche Elemente noch zugesellen, die peripheren Anlagen entstammen, das ist noch nicht sicher entschieden. Es giebt unter unseren besten Anatomen Vertreter der einen und der anderen Ansicht.

Die Namen derer, welchen wir unsere Kenntniss der Hirnentwicklung im Wesentlichen verdanken, sind in der Einleitung, zum Theil auch heute im Texte genannt worden. Die Genese des peripheren Nervensystemes ist erst viel später geklärt worden. His und Balfour haben ziemlich gleichzeitig die Entwicklung der Spinalganglien aus dem Randstreifen der Medullarplatte erkannt. Beard, der sehr eingehende Untersuchungen veröffentlicht hat, leitet sie von den tieferen Zellschichten des äusseren Keimblattes, gerade an der Stelle, wo es über das Nervensystem hinweg zieht, ab. Besonders wichtige Arbeiten stammen von v. Wijhje, Hensen, Sagemehl, Rabl und Kastschenko. Dass die ventralen Wurzeln aus dem Rückenmarke herauswachsen, haben zuerst Bidder und Kupffer angegeben, die Entwicklung der dorsalen Wurzeln ist wesentlich durch His geklärt worden.

Sechste Vorlesung.

Der Aufbau des Rückenmarkes.

M. H. Durch die einleitenden Vorlesungen wurden Ihnen nun die Grundelemente bekannt, welche das Nervensystem zusammensetzen; auch ihre Anordnung zu grösseren und kleineren Complexen, die Entwicklung, die jene erfahren, und die Hauptabtheilungen des Centralapparates habe ich Ihnen vorgeführt. Die nächsten Vorlesungen sollen Sie mit dem Wichtigsten bekannt machen, was wir über den Bau dieser Hauptabtheilungen wissen und ihnen erst soll sich die Schilderung des bestgekannten Centralapparates, desjenigen der Säuger und des Menschen, anreihen.

Ich beabsichtige nun nicht, Ihnen genau die äusseren Formen zu schildern, welche jeder einzelne Theil des Centralorganes bei den verschiedenen Thieren hat; vielmehr will ich versuchen, ob es gelingt, das für den Aufbau principiell Wichtige so darzustellen, dass Sie sich synthetisirend ein Gesammtbild schaffen können.

Auf das Gesammtbild allein kommt es mir an. Denn bald werden Sie erkennen, welch grosses Interesse eine Formentwicklung bietet, die als Träger hochwichtiger Functionen auf diese selbst einen Schluss gestattet. Sie werden erkennen, wie einzelne Theile des Centralapparates, das Rückenmark z. B., zu dessen festem Bestand gehören und in relativ gleicher Weise überall auftreten, dann aber auch, wie andere Gebiete die allergrössten Verschiedenheiten aufweisen, wie ein gewisser Grundmechanismus überall wiederkehrt, und wie zu diesem neue, andere Theile sich zugesellen, wachsen, wieder bei anderen Arten verschwinden u. s. w. So wird Ihnen gerade durch eine Uebersicht, die nur in grossen Zügen ein Bild zu zeichnen strebt, die Werthigkeit der einzelnen Theile des Centralnervensystems im Gesammtplane klarer werden und es wird nicht die später zu gebende genauere Schilderung des Säugergehirnes Ihnen völlig Unbekanntes bringen, das allein stehend sich in keinen Rahmen

fügt. Das Säugergehirn kann voll nur verstanden werden, wenn man berücksichtigt, wie es in der Thierreihe geworden ist.

Den niedersten Centralapparat, denjenigen, der, überall vorhanden, die erste Aufnahme und Ursprungsstätte der Nerven bildet, das Rückenmark, müssen wir zuerst betrachten.

Beiderseits von ihm liegen die Spinalganglien, aus deren Zellen die sensiblen Nerven stammen. Bei Wirbelthieren aller Klassen sind sie bisher nachgewiesen. Sie bauen sich auf aus Zellen, deren grosser meist ganz dendritenfreier Körper bei den Fischen an jeder Seite eine Nervenfaser aussendet. So ist es auch bei den Embryonen der anderen Vertebraten, aber bei diesen rücken später die Fortsätze soweit zusammen, dass sie zunächst gemeinsam in einem einzigen Stile verlaufen, um erst ein weniges abseits der Ursprungszelle sich zu trennen. Fig. 33 zeigt mehrere solcher Zelltypen aus Spinalganglien. Wo immer man nun untersucht hat, immer fand sich, dass einer der Fortsätze hinaus in die Peripherie als sensibler Nerv lief, während der andere dem Centralorgan zuzog. Man bezeichnet die Summe dieser centralen Fortsätze als Dorsalwurzel.

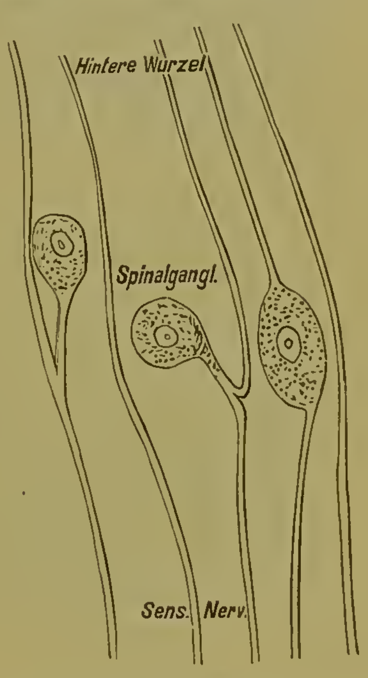


Fig. 33.
Einige Formen von Spinalganglienzellen.

Die Zahl der Dorsalwurzeln ist bei den verschiedenen Thieren sehr verschieden, ja bei Individuen der gleichen Art wechselt sie oft um kleine Zahlen. Das hängt von der Länge der Thiere und von der Anzahl der Metamere ab, welche bei den einzelnen zur Ausbildung kommen. In langer Reihe hinter einander treten diese sensiblen Wurzeln an der dorsalen Seite in das **Rückenmark** ein und wenn sie eingetreten sind, theilen sie sich in auf- und absteigende Aeste, geben auch Collateralen in Menge ab, die sich dann im Grau aufzweigen. Dies Auf- und Absteigen erfolgt in der dorsalsten Rückenmarkzone und wo recht viele derartige Bahnen vorhanden sind, erkennt man daselbst ganze Stränge längsgerichteter Bahnen, die Hinterstränge.

Irgend ein Schnitt durch das Rückenmark eines Thieres lehrt sofort, dass es von einem centralen, epithelumkränzten Hohlraume durchzogen wird, dem Canalis centralis, und dass um diesen herum sich sehr fein organisirte Gewebsmassen anlegen, die graue Substanz. Diese ist peripher umgeben von zumeist längsgerichteten Nervenfasern, den Strängen.

In diese graue Substanz nun münden nach einem längeren oder

kürzeren Verlaufe, welcher zumeist in den Hintersträngen, bei den niederen Vertebraten aber auch in mehr lateral liegenden Bahnen erfolgt, die Hinterwurzelfasern ein. Man kann erkennen, dass sie da zu feinen Endpinseln auseinander fahren und sich so an ein enges Faserwerk anschliessen, welches den ganzen dorsalen Abschnitt der grauen Substanz erfüllt. Wahrscheinlich treten sie da in Contact mit den Ausläufern kleiner Zellen.

Bei den Säugern gelangt ein Theil der Fasern der Dorsalstränge, also die Fortsetzungen der Wurzeln bis hinauf an das frontale Rückenmarksende, um erst dort in grossen Kernen, die man dem verlängerten Marke zurechnet, zu enden. Bei den Vögeln tauchen schon im Bereiche des Rückenmarkes so viele Fasern der Dorsalstränge in die graue Substanz, dass oben an der Oblongata nur noch sehr wenige in besondere „Hinterstrangkerne“ eintreten.

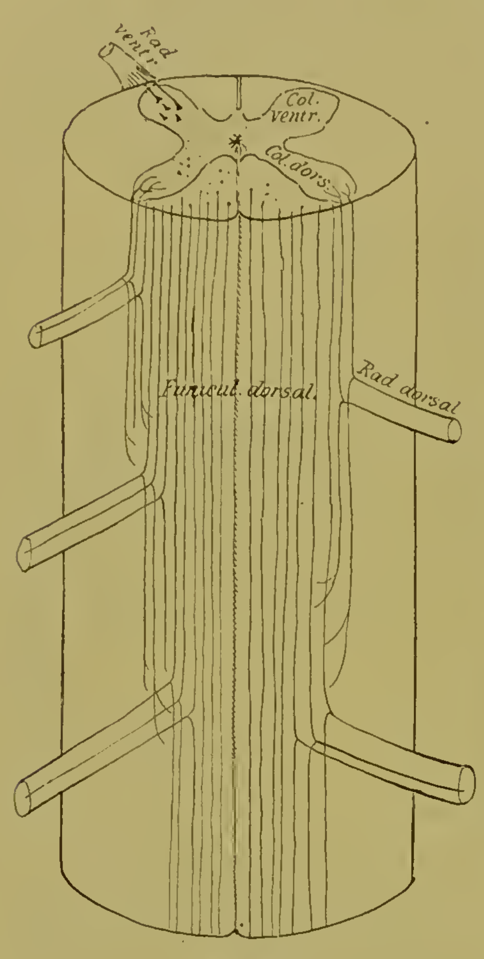


Fig. 34.
Rückenmark von hinten gesehen. Schema zur Erläuterung der Begriffe: Dorsal- und Ventralsäulen und zur Illustration des über die Hinterstränge Gesagten.

Man hat die graue Substanz zerlegt in Hinter- und Vorderhörner. Besser aber wäre der Ausdruck Dorsal- und Ventralsäulen. Denn um wirkliche Säulen, welche sich durch die ganze Längsrichtung des Rückenmarkes erstrecken, handelt es sich hier. Sie entstehen dorsal durch das Faserwerk, welches die eintretenden Hinterwurzeln erzeugen, ventral durch Ansammlungen von Ganglienzellen, welche den Vorderwurzeln Ursprung geben.

Die Entwicklung der Dorsal- und der Ventralsäulen hängt natürlich nur ab von der Menge der Nervenfasern. welche zu ihnen in Beziehung treten. Einige gute Beispiele hierfür geben die Fische ab.

Bei diesen wird ein grosser Theil der Körperoberfläche nicht von spinalen Nerven, sondern von einem Aste aus dem sensiblen Facialissysteme versorgt; die spinalen sensorischen Nerven sind desshalb relativ dünn und desshalb ist auch das Hinterhorn, wie Figur 35 A zeigt, ziemlich klein. Wenn aber, wie etwa bei Trigla, doch viele sensorische Nerven an einer bestimmten Stelle in das Rückenmark treten, so schwellen die Hinterhörner an der betreffenden Höhe sehr an. Ich lege hier neben einem Schnitt durch das Triglahalsmark noch zwei andere sehr lehrreiche Schnitte

vor. Der erste entstammt unserem Weissfische, dem Leuciscus rutilus. Hier erkennen Sie die kleinen Dorsalsäulen, welche relativ dünnen Wurzeln Aufnahme gewähren, leicht in den zwei schmächtigen hell gebliebenen Stellen oben jederseits von der Mittellinie. Sie sehen gleichzeitig, dass zwischen ihnen die Dorsalstränge nur wenige Fasern enthalten.

Die Ventralsäulen, aus welchen die Nerven für die Muskeln stammen, sind in der bei Trigla abgebildeten Schnitthöhe verhältnissmässig schwach entwickelt, beim Weissfisch sind sie schon sehr viel stärker, aber eine ganz ungewöhnliche Ausdehnung haben sie in dem Rückenmarke des elektrischen Aales des Gymnotus gewonnen. Hier enthalten sie neben den kleinen für die Muskelnerven bestimmten Zellanhäufungen — zufällig ist an dem abgebildeten Schnitte keine gut getroffen — noch einen ungeheuren aus mächtigen rundlichen Ganglienzellen bestehenden Kern, den Nucleus nervorum electricorum. Es sind diese Zellen sicher einer Gruppe derjenigen gleichwerthig, welche bei den anderen Thieren die Muskulatur versorgen, aber Sie wissen ja auch, dass das elektrische Organ des Gymnotus sich in der Anlage und Differenzirung auf umgewandelte Muskelsubstanz zurückführen lässt.

Zumeist also gelangen die Hinterwurzelfasern bald nach

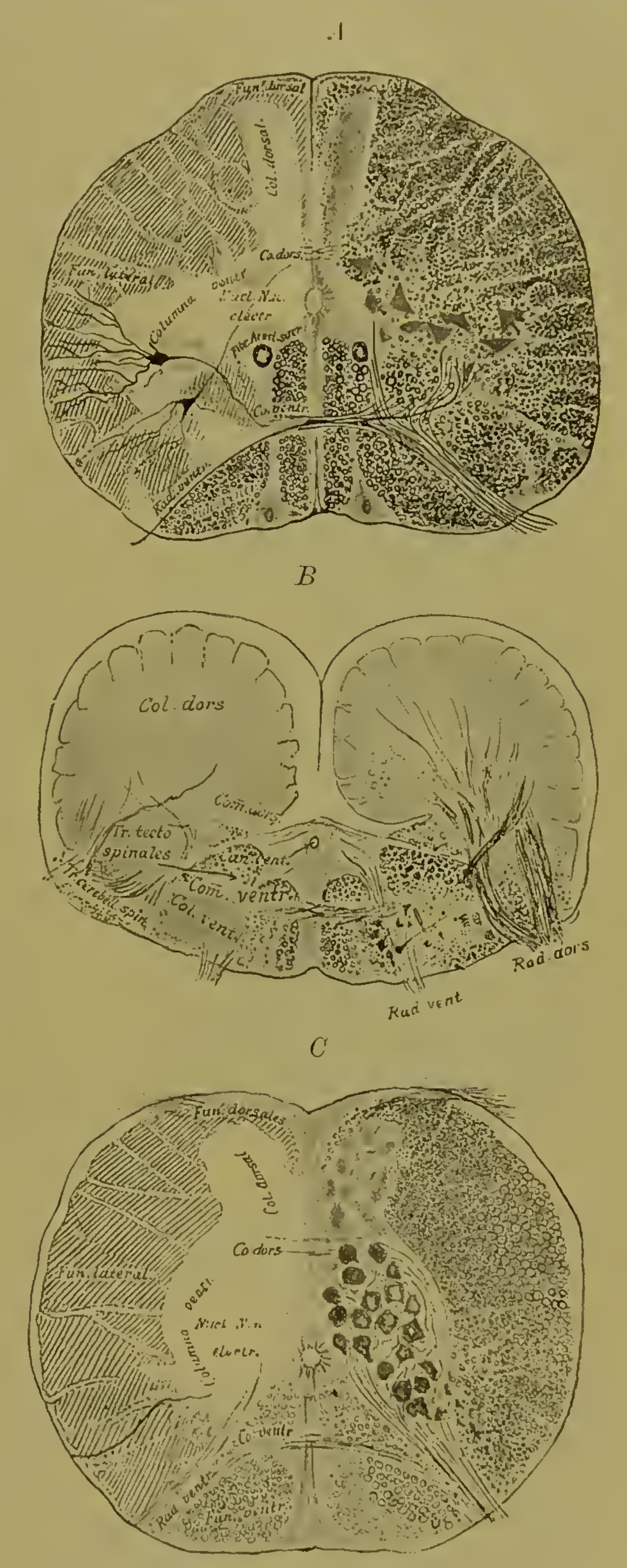


Fig. 35—37.
Die verschieden starke Entwicklung der grauen Substanz. A. Rückenmark von Leuciscus. B. von Trigla. C. von Gymnotus, letzteres nach einem Präparate von v. Fritsch.

ihrem Eintritt in das Rückenmark, in dessen graue Substanz, zum Theil erreichen sie diese erst nach längerem oder kürzerem Verlaufe in den Hintersträngen. Es hat sich herausgestellt, dass ein kleiner Theil der Wurzeln die graue Substanz zwar durchläuft, aber dann hinüberkreuzt, um in dem anderseitigen Hinterhorn gleich zu enden oder erst eine Strecke durch die anderseitigen Hinterstränge hindurchzuziehen, ehe er endet. Diese gekreuzten sensiblen Bahnen treten in der Commissura dorsalis medullae spinalis auf die andere Seite. Sie sind bei den verschiedenen Thieren sehr ungleich entwickelt und sogar bei nahestehenden Arten in der Stärke sehr wechselnd. Ausserdem ist die Commissura dorsalis in einzelnen Höhen ungleich stark entwickelt. Ihr Faserreichthum hängt von der Stärke der eintretenden Wurzeln und von deren Nähe zur Schnittstelle ab.

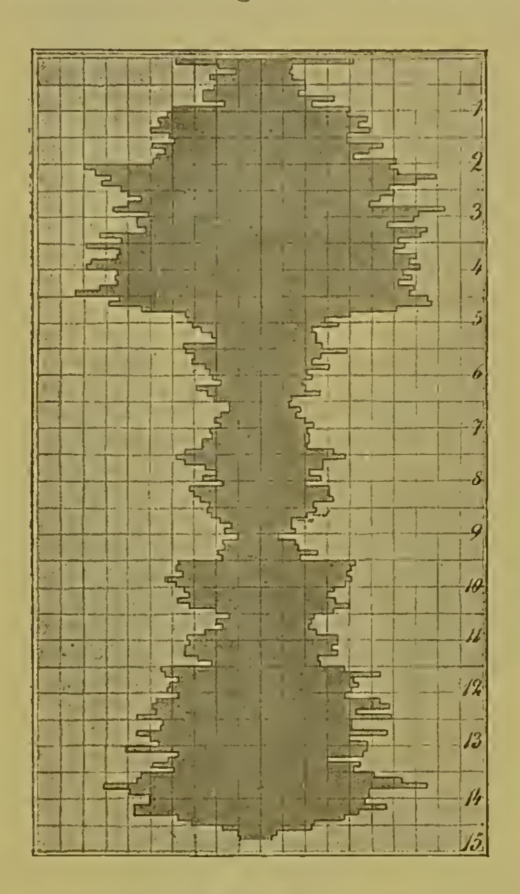


Fig. 38.
Projection in eine Ebene der im Rückenmarke des Frosches gezählten Ganglienzellen. Rechts die Höhenzahl des abgehenden Nerven angegeben. Man erkennt, wie für Arm- und Beinnerven enorme Zunahme der Zellzahl erfolgt. Nach Birge.

Ein gewisser Antheil der Hinterwurzeln verliert sich nicht bald aufsplitternd um die Zellen im Grau, er gelangt vielmehr weiter ventral bis in die Gegend der Vordersäulen. Wir werden ihn später zu besprechen haben.

Schliesslich muss erwähnt werden, dass ein Theil der sensiblen Bahn bei den Säugern an Zellen sich anlegt, welche durch ihre Axencylinderfortsätze direct mit dem Kleinhirn in Beziehung stehen. Diese zu langer Säule — Stilling-Clarke'sche Säule — geordneten Zellen sind bisher nur für die Säuger fest nachgewiesen, doch ist ihr Vorhandensein bei Fischen, Reptilien und Vögeln wenigstens wahrscheinlich. Die sichere Identification ist noch nicht gelungen.

Behalten Sie also zunächst, dass die Hinterhörner ihre Existenz den eintretenden Wurzeln verdanken und dass die Hinterstränge eigentlich wenig mehr sind als Fortsetzungen von Wurzelfasern. Das Gleiche gilt für einen nach Thierordnungen wechselnden Antheil der Seitenstränge.

So also ist der Apparat beschaffen, durch den die sensiblen Eindrücke von der Aussenwelt dem Centralorgan zugeführt werden. Ehe wir die Beziehungen verfolgen, die er dort eingeht, sollen die Ursprungsverhältnisse der motorischen Nerven geschildert werden. Das kann

kurz geschehen, da es im Wesentlichen schon früher dargestellt wurde. Wollen Sie nur festhalten, dass in dem ventraler liegenden Rückenmarksgrau lange Säulen von Ganglienzellen liegen, deren Axencylinder zum grösseren Theil in die Wurzeln der gleichen, zum geringeren in diejenigen der gekreuzten Seite hinaus gelangen. Als motorische Nerven ziehen sie von da aus weiter. Ziemlich regelmässig bilden diese Säulen auf Querschnitte ventral herabragende Vorragungen am Rückenmarksgrau, die Vorderhörner. Auch sie erfahren wie die Hinterhörner Vergrösserung an Stellen, wo viele Wurzelfasern abgehen. So kommt z. B. bei den Thieren mit Beinen je für die Vorder- und Hinterextremität eine Anschwellung des Rückenmarkes, die Intumescentia cervicalis und lumbalis zu Stande. Schön ist der Unterschied bei Eidechsen und Blindschleichen sichtbar, im Wesentlichen gleiche Thiere, welche sich nur durch das Fehlen, resp. Vorhandensein der Extremitäten unterscheiden. Besonders deutlich aber sind die Unterschiede im Rückenmarksquerschnitt bei den Schildkröten, weil bei diesen panzerbedeckten Thieren zwar mächtige Extremitätennerven, aber nur ganz dünne Thoracal-Nerven abgehen.



Fig. 39.
Vom Rückenmarke der neugeborenen Maus; nach Lenhosseck.

Die Säulen grosser Ganglienzellen enthalten also die Nervenkerne für die einzelnen Muskeln. Diese sind zu Gruppen geordnet. Für das Säugerrückenmark kennt man auch schon die Bedeutung einiger dieser Gruppen. Man weiss z. B., dass die medialst gelegenen Kerne die langen Rückenmuskeln, dass gewisse weiter lateral liegende Zellgruppen im Halsmarke die Daumenmuskulatur mit Nerven versorgen. Das wurde gefunden, indem man sorgfältig die Rückenmarke solcher Individuen untersuchte, denen durch Experiment oder Erkrankung die einzelnen Muskeln gelähmt waren, und dann die Veränderungen, welche man im Grau fand, mit anderen verglich, welche ähnliche Entstehung hatten. Wie weit man für den natür-

lich am besten untersuchten Menschen hier schon gekommen ist, das werde ich Ihnen später mitzutheilen haben. Die Zellgruppen bei den niederen Vertebraten sehen in ihrer Anordnung denen bei den gut studirten Säugern so weit gleich, dass man annehmen darf, dass auch hier zusammengehörige Kerne vorliegen.

Die grauen Vorderhörner senden übrigens nicht alle ihre Fasern in die ventralen Wurzeln. Es ist vielmehr nun für Vertreter der meisten Vertebraten nachgewiesen, dass ein ganz mächtiges Bündel aus ihnen dorsalwärts zieht und mit den Hinterwurzeln das Mark verlässt (s. Fig. 40). Da mit diesen Wurzeln motorische Elemente in den Sympathicus gelangen, welche die Muskulatur der Eingeweide beeinflussen, so dürfen wir wohl in den erwähnten Fasern aus den Vorderhörnern diese motorischen Eingeweidenerven erblicken.

Die zwei ventralen wesentlich dem motorischen System angehörigen Zellsäulen und die zwei dorsalen Vergrösserungen der grauen Substanz, welche die sensiblen Wurzeln aufnehmen, zusammen bewirken es, dass auf dem Querschnitte das Rückenmark der meisten Wirbelthiere eine graue Figur von dem Querschnitte eines X enthält.



Fig. 40.

Schnitt durch das Rückenmark eines Hühnerembryo. Combinirt nach mehreren Präparaten von Retzius. Zur Demonstration einiger Zellarten.

Die centrale graue Substanz enthält nicht nur die wenigen Elemente, welche bisher aufgezählt sind. Zunächst birgt sie zahllose Dendriten und auch Axencylindercollateralen aus den Wurzelzellen, so viele, dass ein schier unentwirrbares Flechtwerk in ihr liegt. In dies Faserwerk treten nun noch von den Hinterwurzeln kommend mächtige Bahnen ein, welche sich um die Vorderhornwurzelzellen herum verzweigen. Diese receptorischen Elemente, welche so dicht sich an den Ursprung der motorischen Fasern anlegen, wären wohl geeignet, viele kurze Reflexe direct zu vermitteln (Fig. 39). Nicht alle Zellen im Rückenmark und auch nicht alle Fasern stehen in directer Beziehung zu Nervenwurzeln. Es giebt vielmehr eine grosse Menge von Zellen, welche ihren Neurit aus der grauen Substanz hinaus senden, sei es auf die gleiche, sei es auf die gekreuzte Seite. Meist theilt er sich dann in einen auf- und einen absteigenden Ast. Beide enden dann, nach längerem oder kürzerem Verlaufe wieder einwärts biegend, in der grauen Substanz. Unterwegs schon haben

sie zahlreiche Collateralen in jene hinein gesendet. Solche Zellen sind geeignet, verschiedene Höhen des Rückenmarkes unter einander zu verknüpfen. Man nennt sie Cellulae commissurales. Viele Neurite aus solchen Commissurzellen kreuzen ganz ventral von der grauen Substanz, mitten zwischen den Vorderhörnern. Man nennt diese Kreuzung Decussatio ventralis des Rückenmarkes. An eben der gleichen Stelle liegen übrigens noch andere Kreuzungsfasern, z. B. solche zu Vorderwurzeln aus Zellen gekreuzt liegender Vorderhörner, bei Säugern auch noch centralere Bahnen. Bei den Knochenfischen und zum Theil auch bei den Selachiern, sind die einzelnen Elemente der Commissura ventralis soweit getrennt, dass man oft ganz deutlich zwei über einander liegende Commissuren erkennt.

Mitten in der grauen Substanz ziehen auch noch überall lange Bahnen markhaltiger Nerven auf- und abwärts, zum Theil verlängerte Wurzelbahnen, zum Theil Abkömmlinge von Commissurzellen, zum Theil auch Fasern anderer Herkunft. Bei den Cyclostomen und bei einigen Knochenfischen sind ihrer relativ so viele, dass es gar nicht zu einer ganz scharfen Abscheidung der grauen Substanz von einer peripheren weissen kommt. Bei den meisten Vertebraten aber finden wir das centrale Rückenmarksgrau umgeben von weissen Fasersträngen. Wenn Sie sich einmal die Hohlräume in dem X des Querschnittes ausfüllen wollen, so unterscheiden Sie sofort Dorsal- oder Hinterstränge, Ventral- oder Vorderstränge und Lateral- oder Seitenstränge. Dass die Hinterstränge zumeist, oder ganz, aus auf- und absteigenden Hinterwurzeln bestehen, habe ich Ihnen vorhin schon mitgetheilt. In den Seiten- und Vordersträngen müssen die Bahnen gesucht werden, welche, aus den Commissurzellen stammend, die Einzelhöhen verknüpfen. Man nennt sie gewöhnlich kurze Bahnen des Markes. In den Vordersträngen liegen aber, schon von den Fischen an, auch ganz lange Bahnen. So findet man namentlich dicht an der grauen Substanz bei diesen und bei den Larven der Amphibien jederseits eine, manchmal auch mehrere sehr dicke Fasern, die Mauthner'schen Fasern. Im Schädel, nahe dem Ursprung des (statischen) Nervus VIII aus riesigen Ganglienzellen entspringend, können ihre dicken von enormer Markscheide umhüllten Axencylinder bis hinein in die Schwanzwirbelsäule verfolgt werden, wo sie mit den letzten Sacralnerven austreten (Fritsch). Wer die Wichtigkeit der Schwanzmuskulatur für die Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes schwimmender Thiere kennt, der wird wohl erklärlich finden, dass sie speciell mit der Gegend der Ampullennerven verbunden ist. Wenn bei vielen Fischen von Aalform diese Fasern bisher vermisst werden, B. Haller, so kann das sehr wohl auf der bei solcher Körperform wesentlich andersartigen Statik beruhen. In der Fig. 34 sind diese Fasern als Fibrae acustico-sacrales bezeichnet.

Die Stelle, wo die Mauthner'schen Fasern in der Oblongata entspringen, bedarf durchaus noch näherer Untersuchung. Nach den Arbeiten von Kolster liegt da eine eigenartige Zellansammlung und man kann constatiren, dass in den

langen Bahnen Fasern enthalten sind, welche aufwärts nach dieser Ansammlung zu entarten, die also möglicher Weise im Rückenmarke entspringen.

Soweit wäre das Rückenmark als selbständiges Centrum geschildert. Als solches vermag es bekanntlich in sehr vielen Beziehungen zu fungiren. Alle die Versuche an enthirnten Thieren zeigen das. Sie lehren, dass im Rückenmarke nicht nur die Bahnen für ganz einfache Reflexe vorgebildet sind, sondern, dass auch recht complicirte Bewegungscombinationen von da aus allein innervirt werden können. Wenn die geköpfte Schlange sich wie die ungeköpfte, um die gebotene Stütze windet, wenn die enthirnte Ente davon schwimmt oder das geköpfte Kaninchen einige regelrechte Galoppsprünge ausführen kann, so ist das gar nicht anders erklärbar, als dass für diese im Leben unendlich oft ausgeführten Bewegungen im Rückenmark fertige Mechanismen vorhanden sind, die einmal angeregt in genau gesetzmässiger Weise einfache oder successive Bewegungscombinationen erzeugen.

Die Reize, welche das Rückenmark von aussen treffen, also diejenigen, welche ihm auf dem Wege der sensiblen Spinalnerven zugeführt werden, sind allein schon im Stand, Vieles von dem zu erzeugen, was man früher für nur durch höhere seelische Processe erreichbar hielt.

Es ist wesentlich das Verdienst von Pflüger und Goltz, wenn wir heute erkennen, dass das Rückenmark ein selbständiges Organ ist, das für sich zu bestehen und in früher ungeahnt weitgehender Weise zu fungiren vermag. S. Exner hat es unternommen, für einige der oben erwähnten Bewegungscombinationen anatomische Grundlagen zu construiren, die sich an keiner Stelle von dem factisch Nachweisbaren entfernen und nur mit vorhandenen Verbindungsmöglichkeiten rechnen sollten. Längst schon hatte man das einfache Schema des Reflexbogens, die Verbindung der eintretenden sensiblen Bahn mit motorischen Elementen gleicher Höhenlage. Fig. 39 zeigt Ihnen dafür die anatomische Unterlage. Mit dem Nachweis, dass die Dendriten der Einzelzellen sehr vielerlei Zellen unter einander, und dass die Axencylinder der Commissurzellen mannigfache Höhen unter einander verknüpfen können, ergab sich erst die Möglichkeit, weitergehende Constructionen auszuführen. Man konnte sehr wohl einen Reiz, der von einer sensiblen Wurzel zugeführt wurde, auf mehrere motorische Kerne in verschiedenen Höhen sich ausbreiten lassen, auch sich Bahnen ausdenken, welche wegen grösserer Breite u. s. w. leichter als andere oder intensiver von gleichem Reize betreten werden. Nahm man dazu die durch Versuche sehr wahrscheinlich gemachte Eigenschaft der Ganglienzellen, ankommende Reize bis zu gewisser Höhe aufzuspeichern und dann mit einemmale abzugeben, so waren Grundelemente gegeben, an deren Hand man nun bestimmte Bewegungen prüfen konnte. In der That ist es Exner gelungen nachzuweisen, dass Vorgänge, die ganz ungewöhnlich complicirt scheinen, recht wohl heute schon derart analysirt werden können. Natürlich liess sich für keine einzige Bewegung die Unterlage sicher construiren, aber es muss doch befriedigen, dass unsere heutigen Kenntnisse vom Rückenmarke schon ausreichen zu zeigen, wie die Dinge verlaufen könnten.

Die Thätigkeit des Rückenmarkes kann von anderen Theilen des Centralorganes aus beeinflusst, regulirt, gehemmt, erregt werden. Sehen wir uns um, was über die Bahnen bekannt ist, welche hierzu geeignet wären.

Wesentlich auf Grund eigener Untersuchungen kann ich Ihnen mittheilen, dass von den Selachiern und Knochenfischen bis zu den Säugern einige wenige Bahnen constant vorkommen. Zunächst ist das Rückenmark immer mit dem Cerebellum verbunden. Die Bahn — Tractus cerebello-spinalis — liegt bei den Säugern und wahrscheinlich auch bei den Vögeln und Reptilien in der Peripherie der Seitenstränge, bei den Fischen habe ich sie zwar spinalwärts verfolgt, kam aber auf den betreffenden Längsschnitten über die Lage in den Strängen nicht in's Klare. Doch habe ich Grund zu der Annahme, dass sie auch hier in den Seitensträngen liegt und in den dicken Fasern wiedererkannt wird, welche Sie z. B. in der Abbildung des Gymnotusrückenmarkes, Fig. 38, im Seitenstrange sich abheben sehen. Wahrscheinlich enthalten auch die Vorderstränge immer einige Fasern aus dem Cerebellum (Säuger, Vögel).

Dann giebt es überall eine Bahn aus der Tiefe des Zwischenhirnes nach den Vordersträngen, die von Alters her bei den Säugern bekannt, dort den Namen Fasciculus longitudinalis dorsalis oder posterior empfangen hat. Fig. 50.

Schliesslich kann mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass ein mächtiges Markfasersystem, welches im Mittelhirndache, Tectum opticum, entspringt, überall bis in die Vorderseitenstränge hineingelangt. Es handelt sich bei diesen Fasern, die bei Fischen und Vögeln in der Ursprungsgegend besonders reich vorhanden sind, wahrscheinlich um eine centrale sensorische Bahn. Tiefes Mittelhirnmark heisst sie bei ihrem Ursprung; weiter im Hinabziehen heisst das Bündel Schleife. Im verlängerten Marke kann man mit aller Sicherheit erkennen, dass Fasern aus dieser Schleife da entspringen, wo sensible Nerven ihr Ende finden. Sie entstammen den Zellen, um welche sich die aus den Ganglien kommende Nervenwurzel aufzweigt. Auch für das Rückenmark gelang es nachzuweisen, dass aus den Zellen der grauen Substanz, um welche sich die dorsalen Wurzeln aufzweigen, Axencylinder stammen, welche nach Kreuzung in der ventralen Commissur in den Vorder- und Seitensträngen hirnwärts ziehen. Diese Fasern sind von den aus Commissurzellen stammenden aber heute noch nicht sicher zu unterscheiden. So ist zwar aus klinischen und experimentellen Gründen wahrscheinlich, dass es eine gekreuzte sensorische Bahn in den Seitensträngen giebt, aber anatomisch steht der Nachweis noch aus. Es handelt sich um einen Schluss nur. Die secundäre sensorische Bahn, welche aus den Zellen des Rückenmarkgraues stammend in den Vorderseitensträngen hinwärts zieht, ist höchst wahrscheinlich ein Theil der Schleifenbahn, endet also im Mittelhirndache. Das ganze System soll in Zukunft als Tractus tectospinales, resp. da, wo es zu Bulbärkernen geht, als Tr. tecto-bulbares bezeichnet werden.

Bei Reptilien und Vögeln erkenne ich noch ein Fasersystem aus den Thalamusganglien zum Rückenmark. Seine Existenz bei Säugern ist neuerdings auch nachgewiesen, über die Fische fehlen mir Erfahrungen. Tractus thalamospinales.

Bei den Säugern gesellen sich nun zu den erwähnten noch einige andere Bahnen. Vor Allem solche aus der Rinde des Hemisphäriums, die Tractus cortico-spinales. Diese bisher nur bei den Säugern nachgewiesenen Züge nehmen bei verschiedenen Arten wechselnde Lage im Rückenmarke ein. Am längsten sind sie vom Menschen als Pyramidenbahn der Seitenstränge bekannt, bei der Maus und dem Meerschwein liegen sie in den Hintersträngen ganz nahe der Commissura dorsalis, bei dem Hunde und bei allen Affen sind sie in den dorsalen Abschnitten der Seitenstränge gelegen. Beim Menschen verläuft übrigens ein Theil auch in den Ventralsträngen. Sie sind beim Menschen am meisten entwickelt und bei vielen nieder stehenden Säugern nur in wenigen Fasern repräsentirt.

Messungen von Lenhossek haben ergeben, dass sie, welche beim Menschen fast 12 Procent des ganzen Rückenmarkquerschnittes ausmachen, bei der Katze nur 7,76, beim Kaninchen nur 5,3 und bei der Maus gar nur 1,14 Procent des Gesammtquerschnittes einnehmen.

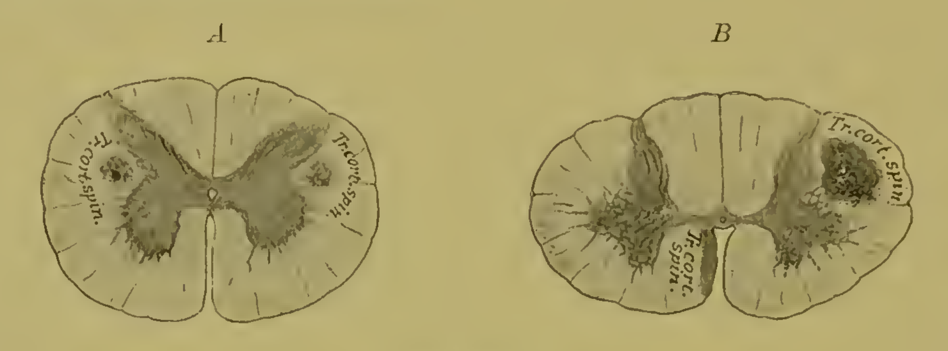


Fig. 41.

A Hunderückenmark, in welchem durch Wegnahme des ganzen Grosshirnes die Tractus cortico-spinalis beiderseits entartet sind. B Menschl. Rückenmark, in welchem, bedingt durch einen starken Bluterguss in die linke Hemisphäre der Tractus cortico-spinalis anterior et lateralis degenerirt ist.

Man hat den Eindruck, dass diese Züge etwa in dem Maasse ausgebildet sind, wie die Grosshirnrinde für die erlernbaren Functionen der Extremitäten in Anspruch genommen wird. Ich bilde hier ein menschliches Rückenmark ab, in dem jene Tractus durch Erkrankung entartet sind, und zeichne daneben ein Hunderückenmark, welches durch Wegnahme der Hemisphären den gleichen Faserausfall erlitten hat, um Ihnen den Unterschied in der Ausdehnung des Areals der Rindenrückenmarkbahn zu zeigen.

Natürlich gesellen sich alle diese Züge aus frontaler liegenden Hirntheilen zur grauen Substanz des Rückenmarkes denjenigen Nervenfasern zu, welche in der Umgebung jener Substanz als weisse Markstränge liegen und oben schon erwähnt wurden. Der weisse Markmantel des Rückenmarkes ist schon bei den Fischen ein recht breiter. Dort sind es wesentlich die Vorder- und die Seitenstränge, welche gut entwickelt sind, die Hinterstränge sind immer sehr viel dünner als bei den anderen Vertebraten, zum Theil weil in den Seitensträngen Elemente liegen, welche anderswo nur in den Dorsalsträngen verlaufen, zum Theil auch weil, wie

schon oben mitgetheilt wurde, die Versorgung der Körperoberfläche bei den Fischen nicht so ausschliesslich durch spinale Wurzeln geschieht, wie bei anderen Vertebraten.

Dass aus dem Markmantel Fasern in das Grau eintreten, dass aus Zellen im Grau Fasern sich zum Markmantel gesellen, das ist dargelegt. Bei den Amphibien und den Fischen aber liegen hier noch andere bisher nicht erwähnte Elemente. Es gehen nämlich, wie Sie z. B. an Fig. 35 A gut sehen, zahlreiche Dendriten von Ganglienzellen heraus in den Markmantel und zweigen dort auf. Ganz ebenso ist es bei den Embryonen der Vögel und Säuger, aber bei den erwachsenen Thieren findet man solche Dendriten im Markmantel nur noch selten.

Schliesslich sei erwähnt, dass bei manchen niederen Vertebraten mitten im Markmantel auch echte Ganglienzellen gefunden werden.

Sie erinnern sich, dass ich von Amphioxus Ihnen mittheilen konnte, dass die Spinalganglienzellen dem Marke angelagert bleiben, dass dort keine eigentlichen Dorsalwurzeln existirten. Die Untersuchungen einer ganzen Reihe von Autoren haben es wahrscheinlich gemacht, dass gewisse grosse über und zwischen den Dorsalsträngen der Cyclostomen liegende Zellen nichts Anderes sind als solche haften gebliebene Spinalganglienzellen. Freud, der sie zuerst entdeckte, hat auch schon den Nervenfortsatz hinaus in die Dorsalwurzel ziehen sehen. An gleichem Orte liegen auch bei den Embryonen vieler Knochenfische und Selachier Reihen von grossen Ganglienzellen. Sie verschwinden, wie Beard entdeckt und Tagliani für viele Arten bestätigt hat, bei den heranwachsenden Thieren zumeist wieder. Es scheint nicht, dass diese Dorsalzellen immer spinale Wurzelzellen sind. Wenigstens berichtet Sargent, dass bei Ctenilabrus ein Theilast ihrer Axencylinder mit benachbarten gleichartigen Fasern vereint als dünnes Bündel frontalwärts zieht, um in der Trigeminusgegend auszutreten. Auch für die mächtigen Zellen, welche an identischer Stelle bei der Natter und dem Salamander von Gehuchten gefunden wurden, lässt sich nicht die Homologie mit Spinalganglienzellen behaupten. Ihr Axencylinder geht gleichseitig oder gekreuzt in die weisse Substanz. Da es aber nicht gerade wahrscheinlich ist, dass so gleichartige Zellen an immer gleichem Platze liegend für verschiedene Thierarten verschiedene Bedeutung haben, so müssen wir die Frage der Dorsalzellen als noch nicht genügend aufgeklärt bezeichnen.

Eines merkwürdigen Verhältnisses, welches bei den Vögeln existirt, ist noch zu gedenken. Dort schiebt sich nämlich im Lendenmarke eine Gewebsmasse so zwischen die Dorsalstränge ein, dass diese auseinander gedrängt werden, so weit, dass man früher eine wirkliche lumbale Spaltbildung bei den Vögeln glaubte annehmen zu dürfen. Sinus rhomboidalis.

Sie haben nun erkannt, dass die Elemente, welche die Rückenmarkstränge zusammensetzen, sehr verschiedener Provenienz sind. Der blosse Anblick des Querschnittes lässt das freilich nicht vermuthen. Es bedarf zumeist längerer entwicklungsgeschichtlicher und anderer Untersuchungsmethoden, um völlige Klarheit zu gewinnen, zum Mindesten aber ist in allen Fällen sorgfältige Vergleichung vieler Quer- und auch Längsschnitte erforderlich, wenn man auch nur über das Gröbste Klarheit haben will.

Ueberraschend wirkt auf denjenigen, welcher nur das menschliche Organ kennt, die oft sehr beträchtliche Grösse des Rückenmarkes sehr

niedrig stehender Thiere. Das Rückenmark ist eben ein ganz selbständiges Organ, dessen Grösse wesentlich von dem mit Spinalnerven zu versorgenden Areal und nur in ganz geringem Maasse von der Entwicklung der anderen Theile des Centralnervensystems abhängt. Es bezieht bei den niederen Vertebraten nur wenig Fasern und auch nicht sehr viele bei den höheren von weiter vorn gelegenen Hirntheilen. Wollen Sie sich einmal leicht hiervon überzeugen, so nehmen Sie den ja überall leicht zu erhaltenden Kopf

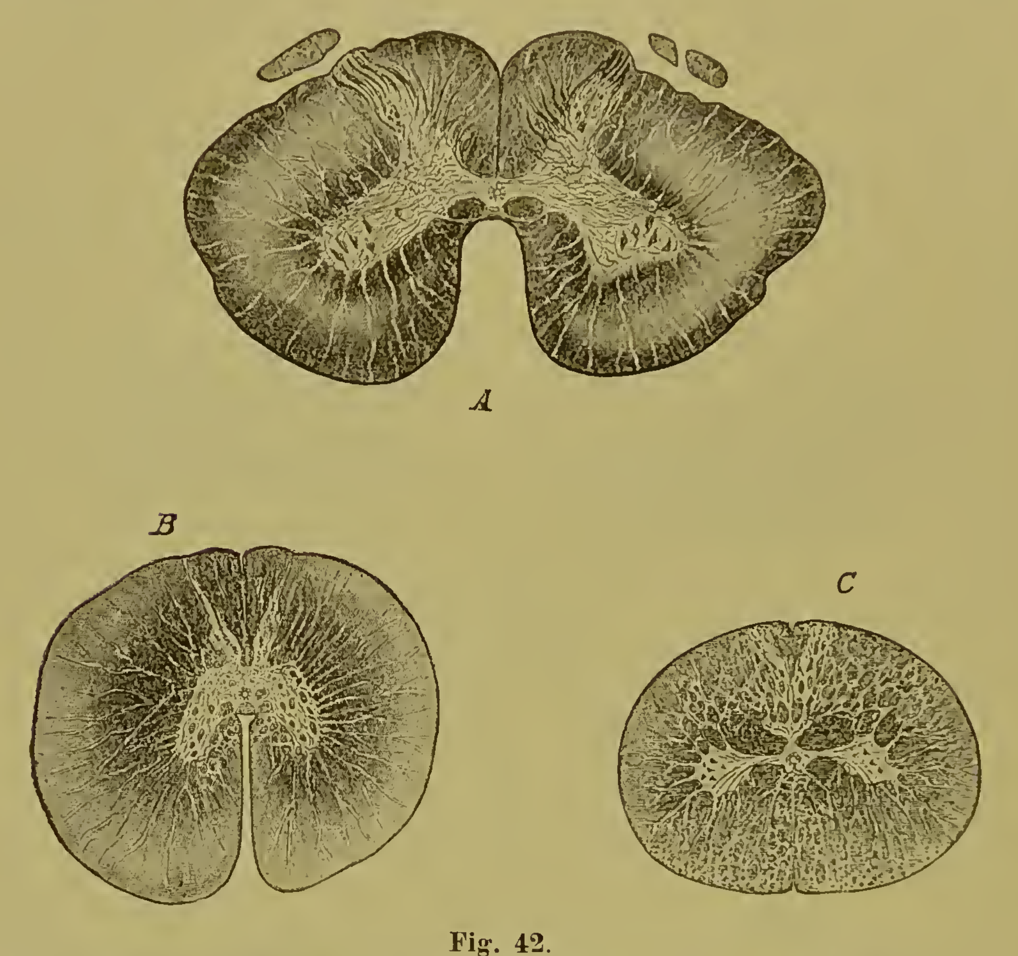


Fig. 42.
Drei Rückenmarkschnitte von grossen Individuen verschiedener Klassen. A vom Krokodile, Crocodilus africanus. B vom Strauss, Struthio camelus. C von einem Hai, Mustelus.

eines Schellfisches, Gadus aeglefinus, oder sonst einen grossen Fischkopf, öffnen Sie ihn und vergleichen Sie das minimale Gehirn mit dem enorm dicken Rückenmarke. Dieser Fisch besitzt eben ein Rückenmark, das fast ausschliesslich echt spinale Elemente und nur ganz wenige cerebrale enthält. Die spinalen aber sind mächtig, weil die enorme Rumpfmuskulatur und die grosse Körperoberfläche einer reichen Innervation bedürfen.

Dies zunächst bei den hergebrachten Ansichten auffallende Verhältniss kann leicht bis in die hohen Säuger hinein verfolgt werden. Das Gehirn des Pferdes oder des Ochsen ist wesentlich kleiner als dasjenige des

Menschen, ihr Rückenmark aber übertrifft das menschliche um mehr als das Doppelte an Dicke.

So will ich Ihnen zum Schlusse noch die Rückenmarke dreier niedrig stehender Vertebraten vorlegen, die alle bei der gleichen Vergrösserung gezeichnet sind, die Sie auch wohl mit dem Hunderückenmarke der Fig. 41 vergleichen mögen. Das Hairückenmark, das etwas kleiner als die anderen erscheint, kann bei grösseren Exemplaren ganz die Dicke des Krokodilrückenmarkes erreichen und dieses hat ganz die Grösse und Dicke wie das gleiche Organ von einem 1jährigen Kinde.

Siebente Vorlesung.

Die Oblongata und die Kerne der Hirnnerven.

M. H. Wir wollen heute den Theil des Centralnervensystemes betrachten, welcher die Kopfgegend mit Nerven versorgt. Dabei erinnern wir uns, dass der Rumpftheil, das Rückenmark, wie in der vorigen Stunde gezeigt worden ist, ein im Wesentlichen selbständiges Nervencentrum darstellt, das nur durch einige, für verschiedene Klassen etwas wechselnde Bahnen mit dem dicht an es grenzenden Marke verbunden ist, dass ein Thier leben und sich in modificirter Weise bewegen kann, wenn der Rumpftheil des Centralnervensystemes völlig von dem Kopftheile getrennt ist, ja, dass, bleibt nur der Kopftheil erhalten, welcher wichtige Nerven für Athmung und Kreislauf enthält, die Existenz des Thieres durch den völligen Verlust des Rumpftheiles nicht vernichtet wird; vorausgesetzt natürlich, dass es von den dann einsetzenden äusseren Schädigungen bewahrt werden kann. Das gilt noch für die Säuger, Goltz; für niedere Vertebraten ist es sogar sehr wahrscheinlich, dass auch der Kopfabschnitt für einige Zeit ausser Function bleiben kann, ohne dass sofort der Tod einträte.

Wir haben also einen Complex von Nervencentren zu betrachten, der sich den bisher beschriebenen zugesellt, von ihm physiologisch nicht abhängig ist, wohl aber von ihm beeinflusst werden, resp. ihn beeinflussen kann.

Am Kopfende des Rückenmarkes erkennt man sowohl in der äusseren Form als auf dem Querschnittsbilde sehr wesentliche Veränderungen, es geht in das verlängerte Mark, die **Medulla oblongata**, über. Diese Veränderungen sind mit nur geringen Modificationen überall die gleichen, aber sie treten bei niederen Vertebraten, wo das Kiemengebiet von besonders mächtigen Nerven zu versorgen ist, vielfach klarer in Erscheinung als bei den Säugern.

Immer erkennt man, dass die Dorsalstränge auseinander weichen, dass an ihrem Grunde die Commissura dorsalis und die dicht unter ihr liegende graue Substanz um den Centralkanal offen zu Tage treten. Der dorsale Abschluss der Rückenmarkshöhle wird also nur noch durch eine dünne Membran gebildet. Weiter nach vorn verbreitert sich mit dem

Beiseitetreten der Stränge dieses membranöse Dach immer mehr, es bedeckt dann als Tela chorioidea posterior den zum Ventriculus quartus erweiterten Hohlraum des Centralnervensystemes und geht schliesslich noch weiter frontal direct in die Formatio cerebelli über.

Die Tela chorioidea posterior ist übrigens kaum je ein einfach glatt ausgebreitetes Deckblatt über dem Ventrikel. Sie ist sehr viel grösser als zu diesem Decken nothwendig wäre, und hängt in langen Windungen und Faltungen sowohl in den Ventrikel selbst, als an den Seiten der Oblongata herab. Es hängt von der Thierart ab, und ganz vornehmlich von der Ausdehnung, welche das Kleinhirn erlangt, wie reich jene Faltungen sind. Wenn, wie z. B. bei den Cyclostomen oder auch bei den Amphibien, das Cerebellum sehr klein ist, dann erblickt man bei der Untersuchung des Gehirnes von oben über dem verlängerten Marke eine ganz breite, vielgefaltete, ziemlich ovale, röthliche Platte, eben die Flächenansicht der Tela chor. post. Bei den Vögeln und den Säugethieren ist die dorsale Ausdehnung gering, aber beiderseits vom verlängerten Marke sieht man doch die Zotten in den Ventrikel ragen und neben ihm herabhängen. Siehe Fig. 279. — Alle diese Falten sind durchweg von einer einfachen Lage cylindrischen Epithels gebildet, welches dicht auf einem reichlichen Blutgefässplexus liegt, der vom Schädel her in alle Falten eindringt. Fortgesetzte Untersuchungen

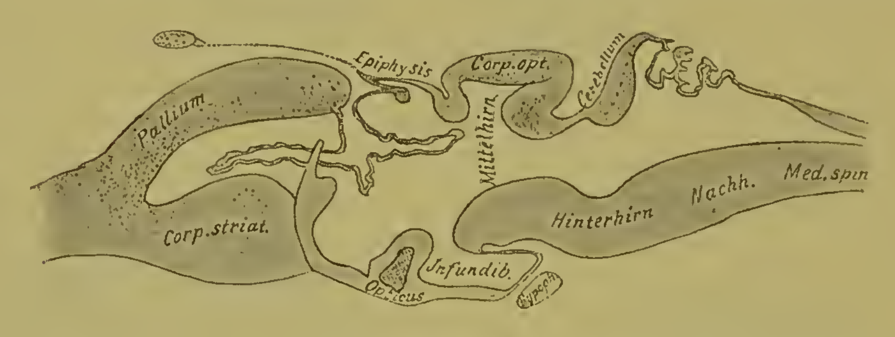


Fig. 43.

Sagittaler Schnitt durch ein Amphibiengehirn, ein wenig lateral von der Medianlinie. Zur Demonstration des Uebergangs der Tela chorioidea posterior und ihrer Faltungen. Schema.

über die eigenthümlich wechselnden Körnungen in diesen Zellen lassen es mir als wahrscheinlich erscheinen, dass es sich um active, wahrscheinlich den secernirenden Zellen nahe stehende Gebilde handelt. Beim Frosche erinnern z. B. die einzelnen von der Decke herabhängenden Adergeflechtknoten auf dem Schnitte lebhaft an die einfach gebauten Glomeruli in der Niere des Thieres. Indigcarmin, welches im Blute kreist, wird in den Epithelien der Tela chorioidea körnig abgelagert.

Ausserdem verdickt sich das Nervensystem sehr wesentlich im Bereiche der Oblongata.

Dazu tragen vorwiegend zwei Umstände bei. Erstens das Auftreten der Formatio reticularis, eines Associationssystemes von Fasern kurzen Verlaufes, welches überall zwischen Rückenmark und Zwischenhirnbasis angetroffen wird, aber hier unten besonders stark entwickelt ist, und zweitens die Nervenkerne. Im Bereiche des Schädels treten nämlich auf ganz kurzer Strecke drei sehr mächtige Nerven in das Centralorgan, der Vagus, der Acusticus und der Trigeminus. Da, wo sie ihre Endkerne

haben, schwillt jenes natürlich enorm an. Natürlich trägt auch die mächtige vom Hirn her zu solchen Kernen ziehende Faserung nicht wenig zum Volum bei.

Von welcher Mächtigkeit bei niederen Vertebraten die Faserung der Hirnnerven ist, davon macht man sich gewöhnlich keine richtige Vorstellung. Bei dem Knochenfische, dessen Hirn Fig. 44 bringt, sind die Nervenwurzeln allein zusammen viel grösser als das ganze übrige Hirngebiet, welches nicht zu ihrer Endigung in Beziehung steht. Auf Schnitten durch die Oblongata der Fische erkennt man, dass sie ganz vorwiegend nur Endstätte der mächtigen Wurzeln ist. Alle übrige Faserung tritt gegenüber dieser übermächtigen ganz in den Hintergrund.

Schliesslich existieren innerhalb des verlängerten Markes noch einige specielle Centren, welche zum Kleinhirn und zum Acusticus in Beziehung stehen und als viertes Moment wäre zu erwähnen, dass diese Hirnstrecke

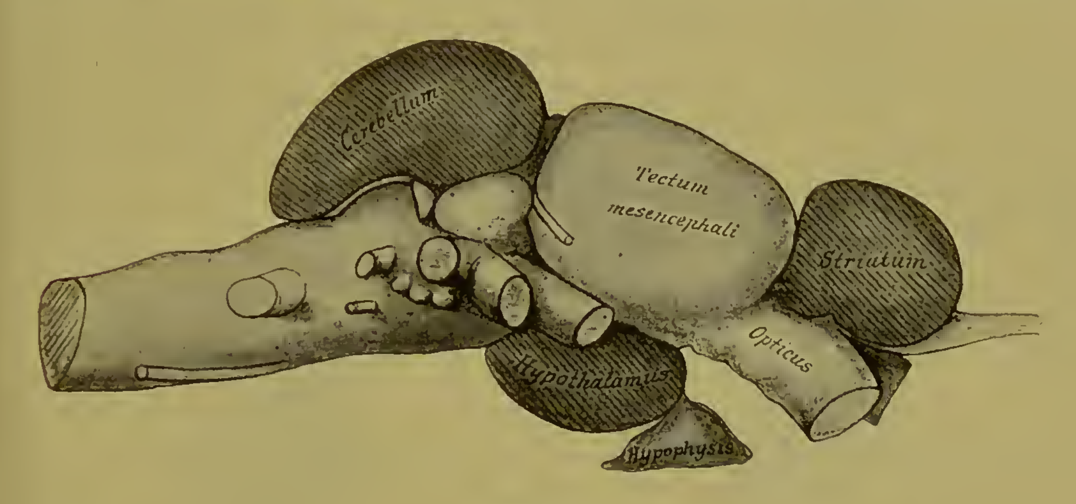


Fig. 44.

Gehirn des Schellfisches, Gadus aeglefinus. Die Theile, welche nicht direct Hirnnerven zugehören, schattirt.

natürlich von den Bahnen durchzogen wird, welche von frontaleren Hirntheilen dem Rückenmark zuwachsen, ebenso wie sie die von daher kommenden, ihr allein bestimmten Faserzüge noch aufnehmen muss.

Ein Blick auf die von oben her geöffnete Oblongata des Störes — die Tela ist links zur Seite geschlagen — lehrt, wie sich zunächst makroskopisch diese Dinge gestalten. Ich habe absichtlich den Ganoiden gewählt, weil er einerseits die allgemeinen Verhältnisse gut erkennen lässt und auch gleichwie alle Fische sehr grosse deutlich sichtbare Nervenkerne hat, aber doch nicht solche unförmlichen Hervortreibungen da aufweist, wie sie etwa die Cyprinoiden an gleicher Stelle oder einige Selachier haben, wo bestimmte Kerne, besonders die des Trigeminus, sozusagen das ganze Bild beherrschen. Umgekehrt haben die Reptilien, Vögel und Säuger zwar ganz die gleichen Anordnungen; diese sind aber wegen der verhältnissmässigen Kleinheit der Hirnnerven nicht so gut erkennbar.

Wenn so grosse Veränderungen am Kopfende des Rückenmarkes auf-

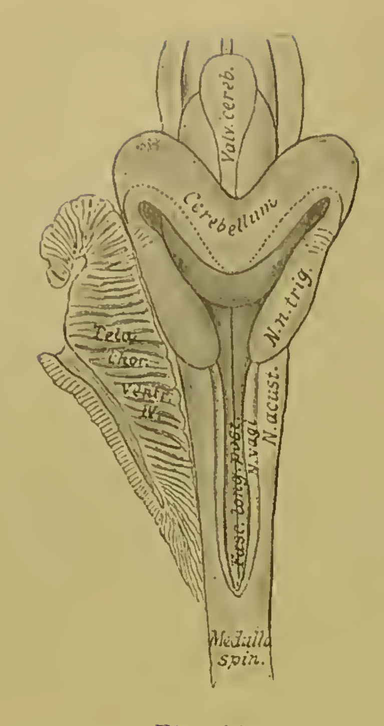


Fig. 45.
Die Oblongata und das Kleinhirn des Störes, Acipenser ruthonus, nach Goronowitsch.

treten, so macht sich dies noch mehr als bei der äusseren Aufsicht dann geltend, wenn man Querschnitte anlegt.

Vielleicht gehen wir am besten von der nun einmal für das Rückenmark Ihnen bekannten Anordnung aus und wählen, um zunächst ganz einfache Verhältnisse vor uns zu haben, zum ersten Objekte das Gehirn von Amphibienlarven. Fig. 46.

Hier wird die graue Substanz noch fast ganz durch jene Anhäufung von Neuroblasten gebildet, von denen in der Entwicklungsgeschichte die Rede war; zwar beginnen einzelne in ihrer Umgebung liegende Faserzüge sich mit Mark zu umhüllen, aber noch verwirrt nicht, wie bei älteren Thieren, ein mächtiges Fasersystem die Verhältnisse, auf deren Demonstration es zunächst hier ankommt. Auf *A* der Figur erkennen Sie die Vorder- und die Hintersäulen des Rückenmarkes, aber da der Schnitt aus dem Halsmarke stammt, fällt zunächst auf,

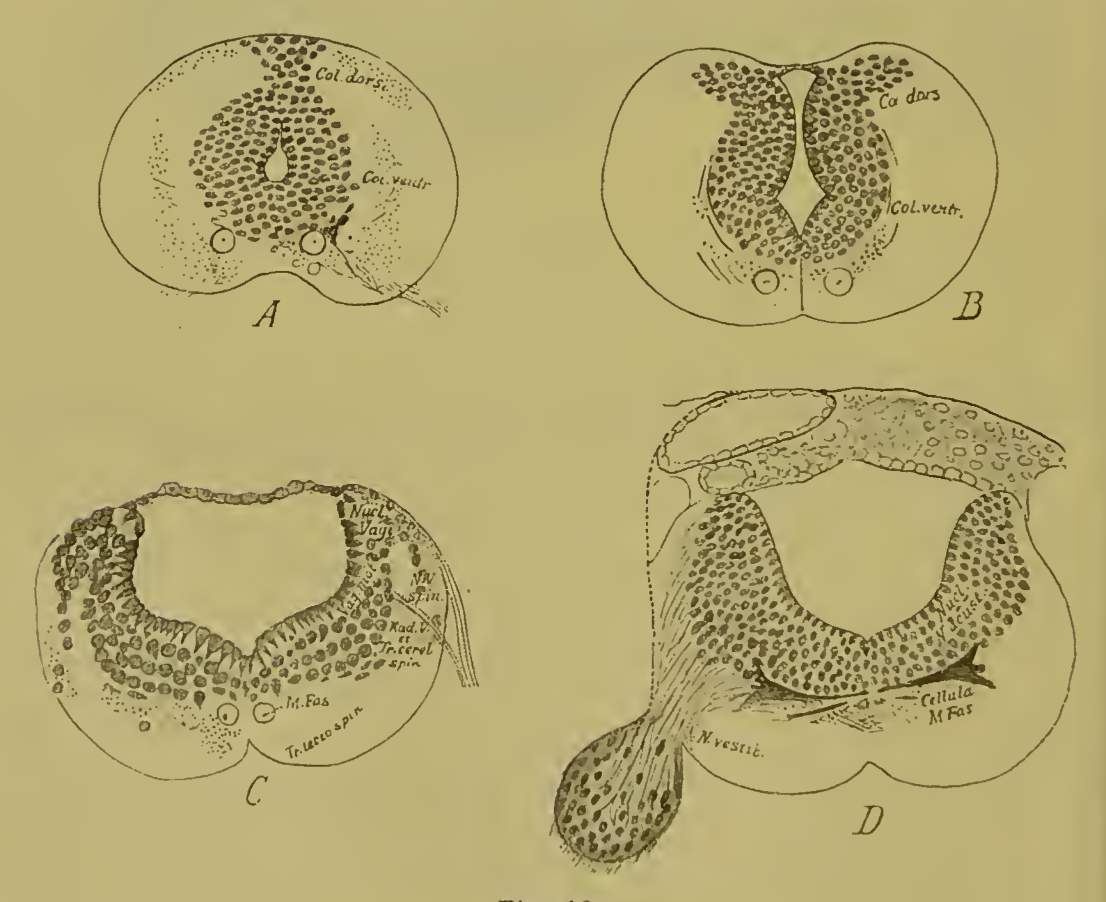


Fig. 46.
Vier Schnitte durch das Mark einer 4 cm langen Larve von Salamandra maculata.

dass die letzteren der Peripherie viel breiter anliegen als weiter caudal. Auf *B* weichen diese Hinterhörner auseinander, das dorsale Epithel des Centralkanales wird zur Bildung der Tela chorioidea verwendet. Nun liegen beiderseits vom Ventrikel graue Massen, bestimmt, wie die Hinterhörner bisher, sensible Nerven aufzunehmen. Auf Fig. *C* ist ein solcher Nerv, der Vagus, der hier mündet, eingezeichnet, nur punctirt, weil er auf einem einzigen Schnitte nicht so vollständig zu sehen war, wie es die Abbildung wiedergiebt. Bemerken Sie gleichzeitig die Zunahme der grauen Hintersäule an der Vaguseinmündung. Noch weiter frontal bei *D* mündet der mächtige Acusticus mit einer seiner Wurzeln und nun sehen Sie zwar das Rückenmarksbild völlig verwischt, aber ein einziger Blick rückwärts über die Figuren lässt Sie erkennen, welchem Gebiete die graue Substanz an der lateralen Kante unseres Präparates entspricht.

Die Vorderhörner des Rückenmarkes sind schon auf *B* nicht mehr deutlich, aber hier, und besser noch auf *C*, sehen Sie, dass ihnen noch Fasern entstammen. Auf Fig. *A* haben sie den als Hypoglossus fungirenden ersten Cervicalnerven abgegeben, auch auf *C* entsenden sie noch motorische Fasern, aber dorsalwärts laufende, die sich zum Vagus als motorische Wurzel wenden. Die Zellsäule der Vorderhörner bleibt nun weiter hinauf bestehen, ihr entwachsen höher oben die motorischen Fasern zum Facialis und diejenigen, welche mit dem Trigeminus austreten. Wahrscheinlich übrigens handelt es sich beim Facialiskern um eine andere Zellgruppe als bei dem Vaguskerne. Hier kommt es mir zunächst nur einmal darauf an, in kurzen Zügen zu zeigen, wie aus dem Rückenmarksgrau dasjenige des verlängerten Markes hervorgeht.

Und nun können wir uns zu einem complicirteren Objecte wenden, an dem sich einige besonders wichtige Verhältnisse des Oblongataanfanges demonstriren lassen.

Ich lege hier einen Schnitt durch den untersten Theil der Oblongata von Cephaloptera, einem grossen Rochen, vor. Das Präparat hat in natura etwa den Umfang eines menschlichen Rückenmarkes.

Nun bemerken Sie wieder, wie in der vorigen Vorlesung, die Ventralsäulen, aus denen hier Nerven stammen, die als oberste Cervicalnerven abgehen und etwa das Gebiet versorgen, das bei höheren Thieren von dem zwölften Hirnnerven, dem Hypoglossus, innervirt wird. Bei den Reptilien, Vögeln und Säugern, namentlich bei den letzteren zwei, entspringt der Hypoglossus aus grossen Zellen, die beiderseits dicht neben dem Centralkanal in langer Säule angeordnet sind, bei den Fischen hat sich aber hierfür noch keine so scharfe Trennung entwickelt. Die Vögel haben übrigens — Koch — noch einen ventraler liegenden Ursprungskern neben dem dorsalen. Sie nähern sich hierdurch noch den unteren Klassen, wo der Hypoglossus ganz wie ein anderer Spinalnerv seine Fasern aus Zellgruppen in verschiedener Lage der Vorderhörner bezieht.

Auch die Dorsalsäulen sind noch sichtbar, aber es wird Ihnen schon schwerer werden, sie denjenigen ähnlich zu finden, welche ich früher von

anderen Rückenmarken demonstrirt habe. Sie haben sich nämlich sehr verbreitert, sind auseinander gefallen in netzförmig zerstreute graue Substanz und, was sofort auffällt, es sitzt ihnen ein im Querschnitt halbmondförmiger Kern auf. Das Auftreten dieses rinnenförmigen langen Gebildes, welches bis hoch hinauf unter das Kleinhirn reicht, ist characteristisch für den oberen Rückenmarkabschnitt und die Oblongata. Stärkere Vergrösserung lässt erkennen, dass dieser merkwürdige Kern auf seinem ganzen Verlaufe feine Fasern aus der dunklen Markfasermasse aufnimmt, die seiner Peripherie anliegt und wenn man diese nach oben hin verfolgt, kann man sie bis dahin treffen, wo der Trigeminus aus dem Ganglion Gasseri in das Hirn hinein strömt. Nun erst erkennt man, um was es sich handelt, um ein mächtiges Bündel aus jenem sensiblen Nerven, welches vom Ganglion weithin in das Rückenmark hinabzieht, um dort in dem erwähnten Kerne zu enden. Das Bündel heisst Radix spinalis Trigemini, der Kern an der Spitze des Dorsalhornes (Substantia gelatinosa Rolandi) ist sein Endkern. Medial von diesem Kerne liegen Fasern aus den Hintersträngen. Sie umgeben wieder graue Massen, die, in der Verlängerung der früheren Hintersäulen gelegen, hier als Kerne der Hinterstränge bezeichnet werden. Bei den

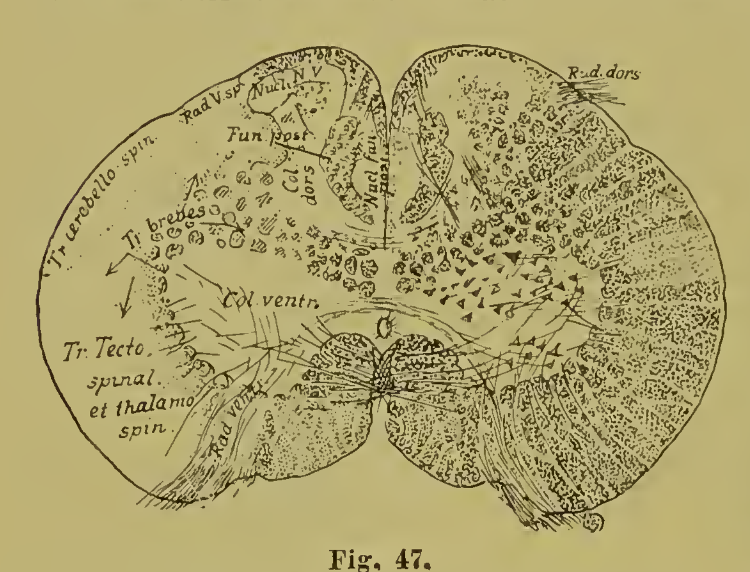


Fig. 47.
Schnitt durch die Oblongata von Cephaloptera lumpus.

Vögeln und Säugern ist die Existenz von Kernen, in welche ein guter Theil der von hinten her aufsteigenden Dorsalstrangfasern einmündet, völlig ausser Zweifel gestellt und ich verweise gerade hier für das Nähere auf die Darstellung in späteren Vorlesungen, aber bei den Fischen und Amphibien ist die Annahme, dass die erwähnten grauen Massen wirkliche Hinterstrangkerne sind, noch nicht absolut sicher. Es fehlen noch die beweisenden Degenerationsversuche. Desshalb bezeichne ich bei Cephaloptera diese Kerne nur mit Reserve als Hinterstrangkerne.

Was aber unseren Querschnitt so sehr von demjenigen der früher demonstrirten Rückenmarke unterscheidet, das ist der Umstand, dass überall in dem Raume, der zwischen Vorder- und Hinterhörnern liegt, zahllose Commissurenzellen aufgetreten sind, Zellen, die ihre mächtigen Axencylinder zu kleinen Bündeln geordnet hinauf zur Oblongata, ja bis in das Mesencephalon und das Diencephalon senden. Es handelt sich hier wahrscheinlich um ein mächtiges Associationssystem, welche kürzeren

und längeren Verlaufes einzelne Höhen des Centralapparates mit dem frontalen Rückenmarkende und auch unter sich verknüpft. Dieses System, das bei allen Thieren an gleicher Stelle vorhanden ist, characterisirt das Nachhirn und ist wohl geeignet, der Träger jener complicirten zusammenordnenden Functionen zu sein, deren Vorhandensein an die Existenz des verlängerten Markes geknüpft ist. In der Figur ist dieses Gebiet als Tractus breves bezeichnet.

Offenbar handelt es sich um eine Zunahme jener schon für das Rückenmark geschilderten Cellulae commissurales und der ihnen entspringenden Bahnen. Ganz wie im Rückenmark existiren hier gekreuzte und ungekreuzte Fasern kurzen Verlaufes. Natürlich nimmt bei solcher Zunahme des ganzen Systemes in der Oblongata jene im Rückenmark noch schmale ventrale Commissur sehr zu; sie erstreckt sich auf eine längere dorsoventrale Strecke und ist von hier ab bis hinauf unter die Vierhügel als Raphekreuzung zu verfolgen.

Innerhalb der Raphe kreuzen natürlich, ganz wie es auch schon für die Vordercommissur des Rückenmarkes angegeben wurde, noch eine Anzahl anderer Fasercategorien. Wir werden später von ihnen zu sprechen haben.

Das Associationsfeld der Oblongata ist bei den niederen Vertebraten ganz ebenso stark wie bei den höchsten entwickelt, wie z. B. ein Vergleich der Fig. 47 mit der Fig. 266 lehrt. Es handelt sich hier offenbar um die anatomische Grundlage für vital ungemein gleichartige Vorgänge.

Durch das Associationsfeld werden die Fasern, welche aus dem Rückenmarke zum Kleinhirn und zum Mittel- sowie Zwischenhirn ziehen, lateralwärts an die Peripherie gedrängt. Sie finden die Lage der Tractus cerebello-spinales und der Tr. tecto- et thalamospinales im Seitenstrang in Fig. 47 markirt.

Die Tractus tecto-spinales enthalten, wie früher gezeigt wurde, gekreuzte Bahnen aus den Endkernen, in welche die sensiblen Fasern der Rückenmarkswurzeln mündeten, sie sind also wohl eine secundäre sensible Bahn aus jenen Kernen zum Mittelhirndache. Hier oben in der Oblongata gesellen sich ihnen die noch weit mächtigeren Fasern aus den Endkernen der Hirnnerven hinzu, so dass man das nun mächtige Bündel, welches oft — bei Fischen z. B. — in viele Abteilungen zerlegt werden kann, zweckmässig nun unter dem Namen Tractus tecto-spinales et bulbares vereint. Es trägt seit langem den kürzeren Namen: Schleife, Laqueus.

Die Schleifenschicht erfährt aber in der Oblongata noch eine weitere Vermehrung. Sie stammt im Wesentlichen, wie Sie nun schon wissen, aus den Kernen der Rückenmarks- und Hirnnerven auf der gekreuzten Seite. Nun erinnern Sie sich, dass bei vielen Vertebraten ein guter Theil der Hinterwurzelfasern nicht im Grau endet, sondern in den Hintersträngen hinauf zur Oblongata steigt. Dieser Theil der sensiblen Faserung ist also oben am Beginn der Oblongata noch ungekreuzt. Er mündet in

die Kerne der Hinterstränge ein, welche am Oblongata-Anfang die Hinterhörner selbst ersetzen, aber viel breiter sind als jene. Bei den Säugern, wo jene Kerne sehr mächtig sind, erkennt man nun mit Sicherheit, dass aus denselben ein mächtiges System von Bogenfasern entspringt, welches die Oblongata durchquert und in der Raphe kreuzt, um sich dann den Tractus tecto-spinales et tecto-bulbares anzuschliessen, welche zu beiden Seiten der Mittellinie hirnwärts ziehen. Ganz die gleichen Bogenfasern werden auch bei den niederen Vertebraten beobachtet, so z. B. Fig. 46 *B C*, und Fig. 48, aber hier ist ihr Ursprung aus Hinterstrangkernen nicht ganz sicher gestellt.

Die erwähnten Fasern, Fibrae arcuatae internae Medullae obl. sind, wie Sie sofort erkennen, auch nichts anderes als eine secundäre Bahn aus Stätten, wo Hinterwurzelfasern enden. Sie führen also den im Rückenmark noch nicht gekreuzten Rest der sensiblen Faserung hinüber auf die andere Seite, wo er sich mit dem bereits gekreuzten vereint.

Die so vermehrten Tractus tecto-spinales et bulbares bilden nun ventral und lateral an der Oblongata ein breites Feld, die Schleifenschicht.

Wohl im gleichen Areal verlaufen die Tractus thalamo-spinales et bulbares. Durch Degeneration sind sie nur von den Säugern her sicher gestellt, aber es zeigen Längsschnitte durch Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel, dass aus dem Zwischenhirn Züge bis in die Oblongata und das Rückenmark herabziehen.

Es handelt sich also hier um Bahnen, welche vom Mittelhirn kommend zu den Endstätten der sensiblen Rückenmarksnerven im Bogen gekreuzt herantreten. Halten Sie das fest, denn wir werden nun in der Oblongata, wo die einzelnen Nerven sehr mächtige Kerne haben, immer wieder solchen Bogenfasern zu den Kernen begegnen und immer wieder sie auf die gekreuzte Seite verfolgen können.

In der Oblongata des reifen Triton, die ich desshalb wähle, weil ich vorhin diejenige der nah verwandten Salamander-Larven Ihnen vorgelegt habe, sehen Sie die Bogenfasern aus der Gegend der Hinterstrangkerne deutlich entwickelt und Sie erkennen auch, dass sie in das mit reichen Querschnitten erfüllte Areal beiderseits von der Mittellinie übergehen, indem ein guter Theil dahin kreuzt. Die Verfolgung auf einem einzigen Schnitte ist allerdings nicht gut möglich; desshalb zeigt die Abbildung Bogenfasern und Kreuzung nur in spärlichem Zusammenhang.

Da nun ein gewisser Ueberblick über die wichtigeren Bestandtheile des Querschnittes am unteren Oblongataende gewonnen ist, wird es leicht sein, den hier gleichzeitig vorgelegten Schnitt durch die Oblongata des Alligators, Fig. 49, zu verstehen. Er ist verhältnissmässig einfach auf die noch vom Rückenmark her bekannten Verhältnisse zurückzuführen.

Die Ventralsäule erkennen Sie sofort, denn sie giebt einem mächtigen Nerven, dem Hypoglossus, Ursprung, aus der Dorsalsäule ist im Wesentlichen der Endkern des Trigeminus hervorgegangen, ein mächtiges, auf dem Schnitt halbmondförmiges Gebilde, dem sich ganz dorsal und lateral die Tri-

geminuswurzel anlegt. Zwischen der rechten und linken Dorsalsäule findet man die Kerne der Hinterstränge, in denen die aus den Dorsalwurzeln aufsteigenden Bündel zunächst enden.

Aus den dorsalsten Zellen der Ventralsäule entspringt der Accessorius. Das Associationsfeld ist mächtig entwickelt und über die Lage der Tractus tecto-spinales u. s. w. orientiren leicht die eingeschriebenen Bezeichnungen. Die ganze Figur ist wohl dazu geeignet, dass Sie an ihr sich einmal die Einzeltheile der Oblongata klar machen.



Fig. 48.
Frontalschnitt durch die Oblongata eines reifen Triton.

Noch ist nicht der Vorderstrangfasern gedacht, die wir im Rückenmarke kennen lernten. An dem Schnitte durch Cephaloptera liegen sie noch ganz an der gleichen Stelle wie im Rückenmarke. Ein Theil dieser Fasern geräth wohl in die Schleife, die Mehrzahl aber, gerade jene dicken Stränge, die sofort auf allen abgebildeten Schnitten auffielen, zieht, genau an der gleichen Stelle bleibend, weiter hinauf durch die Oblongata, ja sie nimmt dort noch an Volum zu. Dieses Bündel, Fasciculus longitudinalis dorsalis (posterior) ist bis in die Tiefe des Diencephalon zu verfolgen, aber es scheint aus allen motorischen Kernen, in deren Nähe es auf seinem langen Laufe vorbeizieht, Fasern zu beziehen. Die Fasern sind, wenigstens lehren Degenerationsversuche an Säugern es, vielfach nur kurzen Verlaufes. Bei den Fischen, den Amphibien und den Reptilien ist das dorsale Längsbündel eines der allermächtigsten Bündel der Oblongata. Es schimmert weiss am ganzen Boden des vierten Ventrikels durch, wie Sie z. B. bei dem Stör Fig. 45 sehr gut sehen.



Fig. 49.
Caudales Oblongataende von Alligator lucius.

Mitten in dem erwähnten Tractus verlaufen bei den wasserlebenden Thieren jene früher geschilderten dicken Fasern aus der Acusticusgegend zur Schwanzmuskulatur, die Fibrae acustico-spinales. Sie erkennen sie gut auf den meisten der heute demonstrirten Schnitte und sehen auch auf Fig. 40 *D* die Kreuzung und einen Theil der grossen Zelle, zu welcher jederseits die Faser in Beziehung tritt.

So wären Ihnen denn die meisten Bündel, welche Sie vom Rückenmark her kennen, am Anfange der Oblongata wieder begegnet, zum Theil allerdings in beträchtlicher Verlagerung. Nur ein wichtiger Zug blieb unerwähnt, der Tractus cortico-spinalis. Dieser ist aber nur bei Säugern vorhanden und fehlt schon den Vögeln — eigene Degenerationsversuche beweisen mir das. So soll er erst in späteren Vorlesungen, welche speciell vom Säugergehirn handeln, näher beschrieben werden. Hier sei nur angeführt, dass seine Fasern bei Säugern oben am Oblongatabeginn zu gutem Theil kreuzen und dann als zwei mächtige Stränge — Pyramiden — ventral von den Vordersträngen und der Schleife liegen. Sie bilden da eine einfache Addition zu dem Bilde, welches ich Ihnen von den niederen Vertebraten demonstrirt habe. Manchmal werden Kinder ohne Grosshirn geboren. Ihnen fehlen dann die Pyramidenstränge und desshalb gleicht ihre Oblongata ganz derjenigen der niederen Vertebraten.

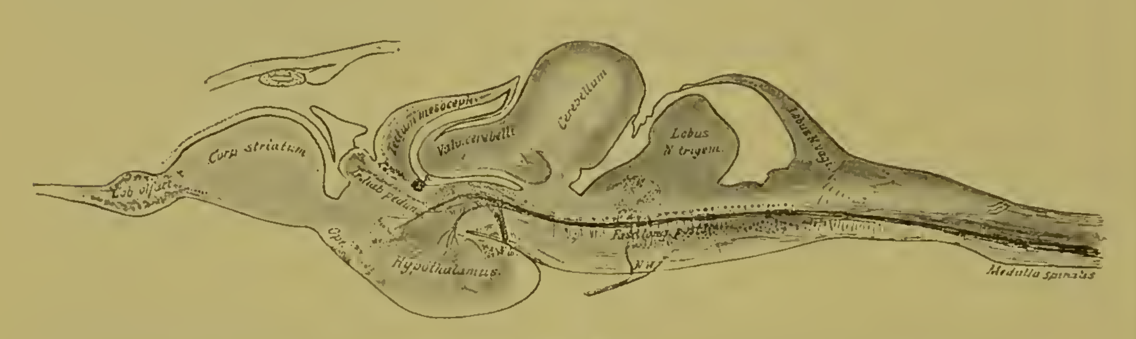


Fig. 50.

Sagittalschnitt durch das ganze Gehirn eines jungen Cyprinoiden von 4 Cm. Länge. Zunächst zur Demonstration des Verlaufes des Fasciculus longitudinalis dorsalis (posterior).

Alle diese Fasersysteme also sind am causalen Oblongataende vereint. Man trifft sie auf allen Schnitten weiter hirnwärts, bis sich die cerebellaren Bahnen zum Kleinhirn, die spinalen Antheile von Hirnnerven hinaus zur betreffenden Wurzel wenden. Fortwährend enden weiter aufwärts auch Züge aus dem Associationsfeld der Oblongata und fortwährend beginnen neue, die dann erst weiter cerebral enden. Doch ändert sich im Ganzen das Querschnittfeld, soweit die besprochenen Antheile in Betracht kommen, nur wenig.

Aber ein anderes Moment erzeugt sehr grosse Veränderungen in dem Oblongatabau, je weiter man hirnwärts diesen studirt. Das sind die Kerne der Hirnnerven und die Bogenfasern, welche in diese aus der Schleife und aus dem Kleinhirn eintreten.

Das Studium der Nervenkerne in der Oblongata ist wieder einmal sehr lehrreich für die Anschauung, die ich Ihnen früher vorgetragen, dass nämlich nicht die Rede von einem durchweg höher oder tiefer entwickelten Gehirn in der Thierreihe sein kann. Nur einzelne Hirntheile sind bald da, bald dort mehr ausgebildet und diese Ausbildung hängt keineswegs etwa von der Stellung eines Thieres in der phylogenetischen Reihe ab, sondern

ganz allein von den Bedürfnissen, resp. den somatischen Eigenschaften, die ein Thier etwa auf dem oder jenem Gebiete erworben hat. Sie werden später sehen, dass z. B. die Knochenfische ein ungemein einfaches Grosshirn besitzen, einen Hirntheil, der mit dem gleichen des Menschen gar nicht mehr vergleichbar ist; aber diese Thiere besitzen nicht nur sehr viel mächtigere Endstätten für den Sehnerven als irgend ein Säuger, sondern es haben auch die Nervenkerne in ihrer Oblongata eine solche Ausbildung und eine solche Complicirtheit erfahren, dass die gleichen Theile von Vögeln, Reptilien und Säugern im Vergleich zu ihnen sehr einfach und klein nur erscheinen.

Die anatomischen Bilder der Hirnnervenkerne variiren also sehr durch die ganze Thierreihe hindurch. Dennoch will ich versuchen, hier Einiges von dem mitzutheilen, was allen im Principe gemeinsam ist. Weil die Anlage dieses kleinen Buches ein Eindringen in die zahlreichen Details verbietet, so sollen neben dem Typus nur solche Verhältnisse hervorgehoben werden, welche ein besonderes morphologisches oder physiologisches Interesse bieten.

Die Ermittlung der wahren Ursprungsverhältnisse der Hirnnerven ist vorerst am besten für die Säuger geglückt, vor Allem weil da die Verhältnisse relativ viel einfacher liegen, als bei den niederen Vertebraten und weil man das Erkannte durch die Degenerationsmethode nachprüfen konnte.

Wenn man die Kopfnerven nur nach ihren centralen Ursprungsverhältnissen betrachtet, dann findet man durch die ganze Thierreihe hindurch eine erstaunliche Gleichartigkeit. Fische haben z. B. ganz die gleichen Hirnnervenursprünge wie die Säuger. Nur die relative Grösse der einzelnen Kerne, dann die Art, wie die Wurzeln abgehen, variirt nicht wenig. Es finden auch die verschiedenartigsten Zusammenlegungen der Wurzelfasern statt, und es ist die richtige Benennung der an der Aussenseite des Gehirnes bei niederen Wirbelthieren sichtbar werdenden Nervenfasern eine Aufgabe, an der die vergleichende Morphologie noch immer arbeitet.

Im Allgemeinen kann man auch bei den niederen Vertebraten an der Zwölfzahl der Hirnnerven noch festhalten.

Es weist aber hier und da die Zahl der Ganglien, aus denen ein Nerv in das Gehirn eintritt, oder die Anordnung der Wurzeln oder auch der Verbreitungsbezirk darauf hin, dass manche anscheinend einheitliche Nerven mehreren Metameren angehören, also aus mehreren Nerven zusammengeflossen sind. Vielfach werden wir auch Nerven kennen lernen, bei denen der dorsale Abschnitt, der receptorische Theil, reducirt, oder auch im Verhältniss zum ventralen hypertrophirt erscheint. Dorsale und ventrale Theile sind an den Hirnnerven keineswegs so gleichartig ausgebildet wie an den Spinalnerven.

Noch ein Umstand macht die Deutung der centralen Hirnnervenursprünge bei den niederen Vertebraten sehr schwierig. Es treten nämlich mit einzelnen

Nerven Fasern heraus, welche Kernen entstammen, die entfernt liegenden Nerven angehören. So enthält z. B. der Vagus bei den Fischen Fasern für den Hautsinnesapparat der Leibeswand, welche aus dem sensorischen Facialiskerne stammen. Derartiges kommt bis hoch hinauf in die Thierreihe vor. Die Geschmackfasern im menschlichen Trigeminus sind diesem z. B. aus dem Glossopharyngeusganglion zugewachsen. S. Figur 285.

Was wir bisher über die Hirnnervenursprünge bei niederen Vertebraten wissen, bedarf desshalb, weil es fast ausschliesslich durch das Studium einfacher Schnittbilder gewonnen ist, durchaus der Nachprüfung auf experimentell-degenerativem Wege.

Sie haben als Ursprungsort der motorischen Nerven im Rückenmarke die lange ventral liegende Säule grosser Ganglienzellen kennen gelernt und es lässt sich in der That vom Sacraltheile bis hinauf in die Oblongata die gleiche Zellsäule nachweisen. Sie besteht aus hinter einander geordneten Nervenkernen, die zwischen sich noch die Commissurzellen besitzen. Zweckmässig zerlegt man diese Säule in zwei Reihen, deren eine mehr ventral (Vorderhornzone His), und deren andere mehr lateral (Seitenhornzone) liegt. Aus der ersteren kommen der Nervus Hypoglossus und alle vorderen Wurzeln des Rückenmarkes für die Muskeln des Stammes; aus der letzteren stammen (Gaskell) wesentlich Fasern, welche mit der motorischen Innervation von Eingeweidemuskeln betraut sind. Diese Seitenhornfasern treten nur in der Oblongata getrennt von den Vorderhornfasern als motorischer Vagus und als Accessorius aus dem Centralorgan heraus. Weiter unten im Rückenmark verlassen sie dasselbe mit anderen Fasern der Vorderwurzeln; nach Gaskell treten dann jene in die gemischten Nerven, diese in den Sympathicus ein. Die centralsten Antheile der motorischen Kernsäule entsenden aus ihrem lateralen Abschnitt den N. facialis. Die Kaumuskelwurzel des Trigeminus bekommt ihre Fasern aus Zellen, die dem lateralen und ventralen Abschnitte der motorischen Säule angehören.

Auch die Dorsalsäule grauer Substanz, in welche Sie bei der Betrachtung des Rückenmarkes die sensiblen Wurzeln sich einsenken sahen, setzt sich in die Oblongata fort. Dort dringen in sie aus ihren Ganglien (s. Fig. 17) der Vagus, der Glossopharyngeus, der Acusticus und der Trigeminus ein, Fig. 31. Bei Trigla sahen Sie schon, dass, wenn am Rumpftheil irgendwo die sensiblen Nerven besonders stark sind, die Endkerne enorm hypertrophiren.

Sie haben auch schon erfahren, dass die in das Rückenmark eintretenden Dorsalwurzeln sich meist in mehrere Aeste theilen, von denen nur ein kleiner Theil sofort in der grauen Substanz verschwindet, während ein grösserer erst eine Strecke hirnwärts, ein kleinerer auch eine Strecke caudalwärts zieht, ehe er endet. Die Dorsalstränge des Rückenmarkes bestehen ja im Wesentlichen aus solchen auf- und absteigenden Wurzelbahnen. An den Hirnnerven tritt nun das gleiche Verhältniss in noch sinnfälligerem Maasse hervor. Aus den mächtigen Ganglien senken sich hier die Wurzeln in die Oblongata und dort, einmal

eingetaucht, wenden sie sich zu geringem Theile frontalwärts, ehe sie enden, zu weitaus grösserem aber caudalwärts. So entsteht im lateralen Gebiete des verlängerten Markes ein mächtiges Areal, das sensible Wurzelfeld, welches ausschliesslich zusammengesetzt ist von solchen absteigenden Wurzeln. Neben ihnen liegt immer etwas graue Substanz, in welcher sie sich allmählich erschöpfen. An dem Horizontalschnitt durch ein Haigehirn, den ich hier demonstrire, sehen Sie z. B., welch ein breites Areal die aus dem Ganglion Gasseri N. V. rückenmarkwärts absteigenden Wurzelbündel einnehmen. Nicht nur der Trigeminus, auch der sensible Facialis, welcher bei im Wasser lebenden Thieren vorkommt, dann der Acusticus, der Glossopharyngeus und der Vagus haben solche absteigende Wurzeln. Die Lagerung der Wurzeln im sensiblen Wurzelfelde ist derart, dass eigentliche Ueberkreuzungen kaum vorkommen. Die eintretende Wurzel legt sich entweder dorsal oder lateral von derjenigen an, welche aus caudaleren Abschnitten aufsteigt. Da, wo auf engem Raume viele Wurzeln gleichzeitig eintreten, im Acusticusgebiete, drängt die eintretende alle anderen medialwärts, ganz wie Ihnen das von den Rückenmarkshintersträngen her bekannt ist.



Fig. 51.
Horizonalschnitt durch die Oblongata von Scyllium canicula, zur Demonstration der absteigenden Trigeminuswurzel.

Die geschilderten Verhältnisse sind am mächtigsten ausgebildet bei den Fischen, wo das sensible Wurzelfeld einen sehr wesentlichen Bruchtheil des ganzen Oblongataquerschnittes einnimmt. Doch sind sie überall noch bis zu den Säugern hin nachweisbar. Dort spielen allerdings die absteigenden Wurzeln des Acusticus, des Glossopharyngeus und Vagus neben der mächtigen Trigeminuswurzel kaum noch eine Rolle. Absteigende Facialiswurzeln kommen gar nicht mehr vor, weil ja der sensible Facialis fehlt.

Wir wollen die Hirnnerven eintheilen in eine caudale Gruppe, zu welcher der Hypoglossus, der Accessorius und der Vagus sammt dem Glossopharyngeus gerechnet seien, und in eine frontale, welche den Facialis, den Acusticus und den Trigeminus umfasst. So gewinnen wir den Vortheil, zunächst einmal die einfacher gebauten Kerne studiren zu können, ehe wir uns Regionen zuwenden, welche durch den Eintritt der zwei mächtigsten Nerven des Hinterhirnes, des grossen Gefühlsnerven für den Kopf und des Gleichgewichtsnerven zu den complicirtesten Hirntheilen geworden sind.

Der caudalste Hirnnerv, der Hypoglossus, entspringt aus einer Zellgruppe in den Vorderhörnern, Fig. 52.

Nur dieser motorische Theil ist bekannt. Wir wissen aber, dass mindestens bei Selachiern und Amphibien, dann aber auch beim embryonalen Menschen dorsale Hypoglossuswurzeln vorkommen, die aus einem echten Ganglion in das Mark hineinziehen. Der sensorische Endkern dieses dorsalen Hypoglossusan-

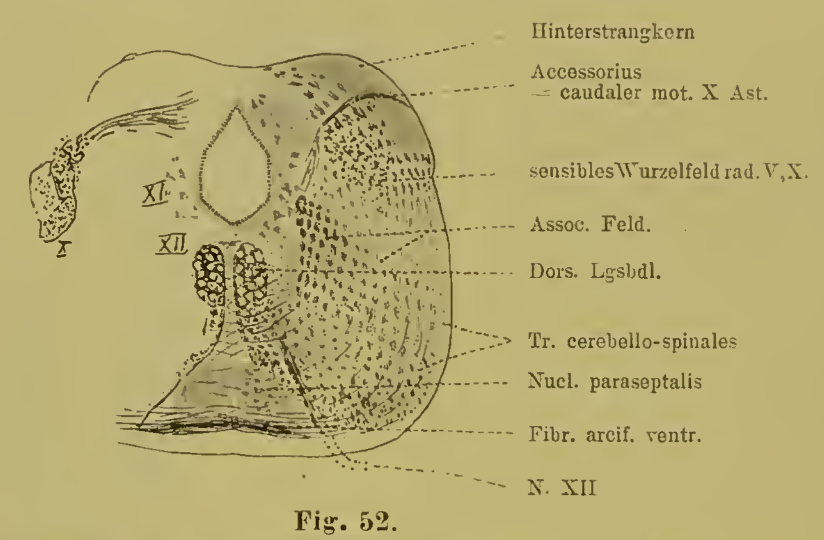


Fig. 52.

Frontalschnitt durch die Gegend des Accessoriusursprunges von Scyllium canicula.

theiles ist noch unbekannt. Der Hypoglossus ist übrigens nur ein einzelner von einer ganzen Anzahl von occipital liegenden Nerven, deren Zahl sich schon von den Selachiern an rückbildet. Fürbringer.

Aus dem ventralen Grau stammen bei Reptilien, Vögeln und Säugern Fasern, die seitlich am Rückenmark abgehend als Accessorius bezeichnet werden, Fig. 49. Bei den niederen Vertebraten entspringt der gleiche Nerv fast ebenso, aber seine Fasern gehen zumeist erst höher oben mit dem Vagus ab, dessen motorischem Theil sie sich anschliessen. Nichts aber steht dem entgegen, dass man dort die caudalsten Wurzeln des motorischen Vagus dem Accessorius gleichstelle.

Der Vagus selbst tritt überall am dorsolateralen Rande der Oblongata aus der Gruppe von Ganglien, die als Ggl. jugulare Fig. 32 bezeichnet wird, an diese heran. Er durchbohrt die Faserung, welche ihm hier im Wege liegt, so die aus den Hinterstrangkernen stammenden Fibrae arcuatae internae, dorsal von der hier aufsteigenden spinalen Quintuswurzel und

endigt dann in einer beträchtlichen Verbreiterung der grauen, weiter caudal den Hintersäulen angehörigen Substanz. Das ist sehr leicht an den Schnitten, welche ich hier von der Oblongata eines kleinen Karpfen vorlege, zu erkennen. Auf der Abbildung sehen Sie, dass die graue Substanz, der Nucleus terminalis N. vagi, bei dem Fische verhältnissmässig sehr gross ist. Sie hat da einen viel mächtigeren Nerven aufzunehmen als bei den anderen Vertebraten. Ein wahrer Tumor — Lobus Nervi Vagi — entsteht hier. An dem Störgehirn, Fig. 45, ist der Vaguskern nur als langer Wulst sichtbar und bei den Vögeln und Sängern bildet er gar nur eine schwache Erhöhung am Boden des vierten Ventrikels. Aber öffnen Sie einmal ein Karpfengehirn, dann erblicken Sie ein Anderes, da liegt beiderseits von dem Ventrikel und dessen Seitenwände bildend ein mächtiger Körper, der Lobus N. vagi, in dem der unscheinbare kleine Kern, von dem die Rede war, nicht wieder zu erkennen ist. S. auch Fig. 64.



Fig. 53.

Zwei Schnitte aus der Oblongata des Goldfisches, Cyprinus auratus, 4 Cm. langes junges Thier. *A* weiter caudal als *B*.

Von der ventralen Seite her treten in den Vaguskern immer Fasern ein, welche ihn von der anderen Seite her kreuzend erreichen. Diese Kreuzung ist bei Fischen so mächtig, dass man mit blossem Auge überall ihre weissen Massen erkennen kann. Es handelt sich da um den Faserzug zum Tractus der Schleife, welchen alle Hirnnervenkerne besitzen. Ausserdem erhält der sensible Vaguskern noch einen wieder bei Fischen besonders mächtigen Zuwachs aus dem Cerebellum, der dort gleichseitig und gekreuzt entspringt. Bei den höheren Vertebraten existirt ebenfalls ein Tractus nucleo-cerebellaris Vagi. Die Verhältnisse bei den Knochenfischen und dem Hai sind viel klarer. Vielleicht verlaufen hier auch directe Fasern aus dem Cerebellum in den Nerven selbst. Wenigstens entarten bei Scyllium nach Vagusdurchschneidung Fasern bis in das Cerebellum. So wäre für die höheren Thiere immerhin ein Irrthum möglich.

Bei den niederen im Wasser lebenden Vertebraten gelangt aus einem eigenen kleinen Ganglion neben dem Centralapparat ein Nerv in die Peripherie, welcher zur Innervation der Seitenlinie, eines Systemes von Hautsinnesapparaten, welches

längs des ganzen Thieres hinunter läuft, bestimmt ist. Die Wurzel aus diesem Ganglion scheint den Vaguswurzeln zugezählt werden zu müssen. Aber sie endet nicht, wie jene, im Vaguskerne, sondern zieht intracerebral weiter frontalwärts, um im Kerne des sensiblen Facialis zu enden, Strong, Herrick. Wir werden nachher die Bedeutung gerade dieses Kernes für die Versorgung der Hautsinnesapparate zu besprechen haben. Bei den Landthieren enthält der sensible Vagus fast nur Bahnen aus den Eingeweiden.

Der Gesammtvagus enthält auch motorische Bahnen. Sie erinnern sich, dass Fig. 40 Ihnen Fasern aus Vorderhornzellen zu sensiblen Wurzeln zeigte. Damals, als ich diese Figur demonstrirte, habe ich Sie darauf aufmerksam gemacht, dass es sich hier wohl um motorische Elemente zu visceralen Bahnen handeln möge. Es ist ein grosses Verdienst von Gaskell, dass er nachgewiesen hat, wie die motorischen Bahnen zum Vagus auch nichts Anderes sind als diese schon für die Spinalnerven gefundene Faserart. Vergleichen Sie einmal Fig. 40 mit Fig. 54. Ganz wie beim Huhne jene multipolare Zelle nahe am Vorderhorne ihren Axencylinder hinaus in die Dorsalwurzel sendet, so schickt der am gleichen Orte gelegene motorische Vaguskern seine Züge zu der einer Hinterwurzel gleichwerthigen sensiblen Vaguswurzel. Die motorischen Vagusfasern sind principiell den motorischen Fasern in den Hinterwurzeln gleich. Sie entstammen einem Kerne, welcher bei den Fischen dorsal vom Hypoglossuskern liegt, bei Amphibien, Reptilien und Vögeln aber diesem mehr lateral und ventral anliegt. Manchmal ist allerdings der Ursprung der motorischen Vagusfasern von denjenigen der Hypoglossusfasern gar nicht scharf abgeschieden. Der Kern ist der motorische Vaguskern. Er sendet Wurzelfasern nach der gleichen und nach der gekreuzten Seite. Die Kreuzung erfolgt ganz nahe am Rautengrubenboden.



Fig. 54.
Motorischer und sensorischer Vaguskern von Alligator misisippensis.

Dass ein Theil der Vaguswurzeln als absteigende Bahn erst in dem etwas caudal vom Eintritt liegenden Grau endet, wurde schon oben erwähnt.

Im Vagusbereiche treten eine ganze Anzahl von Wurzelfasern an die Oblongata heran. Es ist noch nicht mit Sicherheit entschieden, ob man es hier mit einem einzigen Nerven oder mit einer verschmolzenen Gesammtheit zu thun hat. Nur hat man geglaubt, die frontalste der sensiblen Vaguswurzeln, die immer etwas getrennt von den übrigen eintritt, als eigenen Nerven, N. glossopharyngeus, abscheiden zu müssen. Dieser Glossopharyngeus entspringt nun bei den Fischen zum grösseren.

bei allen anderen Vertebraten aber nur zu geringem Theil direct in dem Oblongatagrau. Ein grösserer Antheil senkt sich zugleich mit einigen

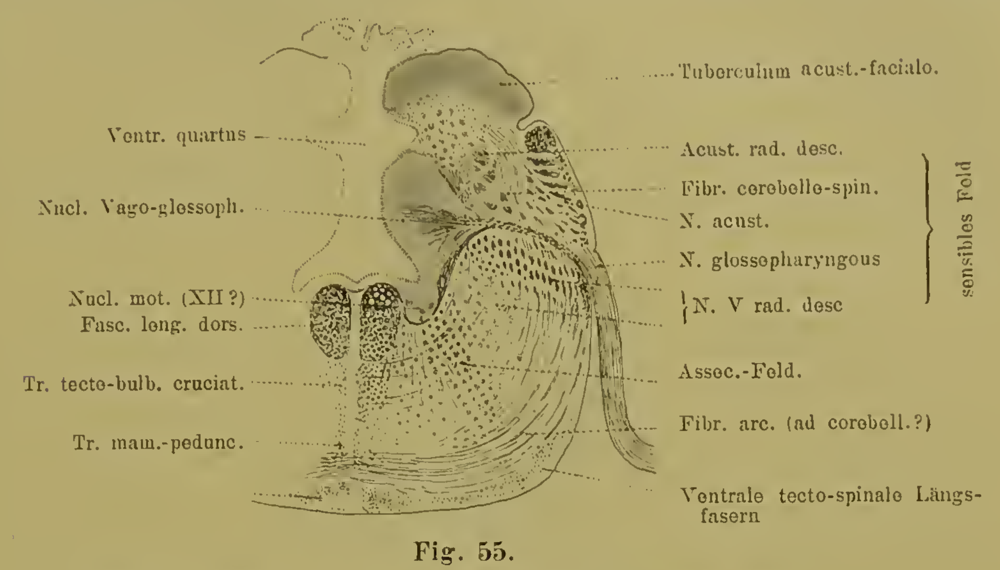


Fig. 55.

Scyllium canicula. Ursprung des Glossopharyngeus. zum Theil direct aus dem Kern, zum Theil aus dem sensorischen Felde.

Vaguswurzeln in geschlossenem Zuge rückenmarkwärts und ist überall als gesondertes Bündel bis in die Höhe der obersten Cervicalnerven zu verfolgen. Die Radix bulbo-spinalis Vagi et Glossopharyngei senkt sich ganz wie die bulbo-spinale Trigeminuswurzel allmählich ein in eine dünne Säule grauer Substanz, welche auf ihrem ganzen Wege neben ihr liegt. Das ist der bulbo-spinale Endkern jener Nerven. Das ganze Bündel ist immer leicht, ventral vom sensorischen Vaguskerne. zu erkennen.

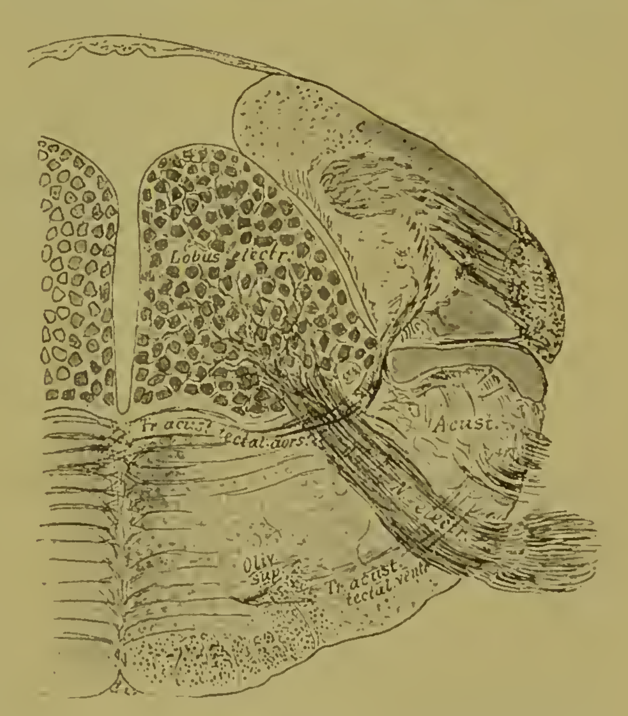


Fig. 56.

Oblongata von Torpedo. Schnitt in der Gegend der Vaguskerne. Man sieht ausser den eintretenden Vagusfasern und deren Kern noch dorsal von dem letzteren den elektrischen Lappen, aus dem sich zahlreiche Fasern entwickeln, welche ein wenig frontal von der abgebildeten Schnitthöhe austreten.

Das verlängerte Mark bietet, namentlich bei den Fischen, mehrfach gute Beispiele für die schon bei der Schilderung des Rückenmarkes vorgetragene Thatsache, dass sich aus vorhandenen kleinen Anlagen je nach dem wechselnden Entwickeln peripherer Gebilde gelegentlich ganz colossale, nur schwer auf ihren kleinen Ursprung beziehbare Formationen ausbilden. Der Anglerfisch, Lophius pescatorius, besitzt an seinem grossen Kopfe, an den Seitenlinien und Flossen zahllose zierliche blattförmige Anhänge der Haut, welche

den träge daliegenden Fisch völlig maskiren, so dass es aussieht, als hätten Florideen und Corallineen einen flachen Stein dicht überwachsen. So liegt das Thier im Schlamme und lässt hoch über sich seine Angel spielen, ein weiches Gebilde, das bald wurmförmig aussieht, bald einem grossen Insekte gleicht. Es ist an einer weit auf den Kopf vorgeschobenen Flosse befestigt, wie der Köder an der Angel. Der ganze hier etwa in Betracht kommende Hautbezirk wird bei den anderen Fischen vom sensiblen Facialis versorgt. Nun hat Fritsch, dem wir so viele Aufklärung über das Fischgehirn verdanken, gefunden, dass den Kernen des genannten Nerven beim Lophius, und nur bei diesem, ungeheure mit blossem Auge sichtbare Ganglienzellen anliegen, die ihre dicken Axencylinder in die Nerven hinein senden.[1])

Die Lophiuszellen sind so gross, dass sie zu ihrer Ernährung eigener kleiner Capillarschlingen bedürfen, welche überall in sie hineindringen.

Noch viel interessanter aber, und viel untersucht ist der grosse Kern, welcher bei den Rochen weit hinauf in den Hohlraum des vierten Ventrikels ragend, dem elektrischen Nerven jederseits Ursprung giebt. Dieses paarige, vorn manchmal zusammengewachsene Gebilde enthält neben einigen kleineren multipolaren Zellen eine grosse Menge ganz ungeheurer Ganglienzellen, die alle ihren Axencylinder hinaus in den elektrischen Nerven senden. Es ist bei unserer heutigen Kenntniss der Kerne im Selachiergehirn schwer, ihm eine sichere Position zu geben, aber es spricht die grössere Wahrscheinlichkeit dafür, dass es sich hier um gar Nichts anderes handelt als um die Hypertrophie eines grosszelligen Kernes, welcher bei allen Fischen medial vom dorsalen (sens.) Vaguskern gefunden wird. S. Fig. 64. Das elektrische Organ der Rochen geht aus umgewandelter Kopfmuskulatur hervor. Engelmann konnte sogar neuerdings zeigen, wie sich seine Platten ganz direct aus der Plattenformation der quergestreiften Muskeln entwickeln.

Achte Vorlesung.

Die Oblongata. Fortsetzung.

In der Höhe, wo die Glossopharyngeuswurzeln sich lateralwärts begeben, um an die Oberfläche hinaus zu gelangen, erkennt man medial von ihnen einen neuen Kern, einen Acusticuskern. Wir gerathen hier in das Ursprungsgebiet desjenigen Hirnnerven, dessen Verhältnisse bei niederen Vertebraten am wenigsten geklärt sind. Die Untersuchungen der letzten Jahre haben den Acusticus bei den Säugern endlich besser verständlich gemacht, aber schon bei den Vögeln und mehr noch bei den niederen Thieren sind wir zunächst nur auf Schnittbilder angewiesen. Noch hat Niemand versucht, diesen so überaus complicirten Nerven degenerativ oder entwicklungsgeschichtlich hier zu studiren. Die Schnittbilder allein aber geben in dieser Höhe, wo so Vielerlei die Oblongata erfüllt, nur zu leicht zu Missdeutungen Veranlassung. So will ich mich auf das Wenige beschränken, was sich sicher sagen lässt, späterer Zeit bessere Darstellung überlassend.

1) Der Zusammenhang der Zellen mit den Nerven der Angel wird bestritten (Tagliani).

Der Acusticus enthält immer einen Farerantheil, welcher das Labyrinth versorgt. Er ist, wie zahlreiche Versuche nachgewiesen haben, in hohem Maasse für die Erhaltung des Körpergleichgewichtes wichtig. Ewald's Versuche haben bekanntlich gezeigt, wie jede Schwankung der Labyrinthflüssigkeit durch Vermittlung dieses Nerven zu Gleichgewichtsstörung führt. Sie haben auch nachgewiesen, wie der Vestibularis speciell wichtig ist für die Erhaltung des Muskeltonus am gesammten Körper.

Ein zweiter Antheil des Acusticus, der aber erst von den Amphibien

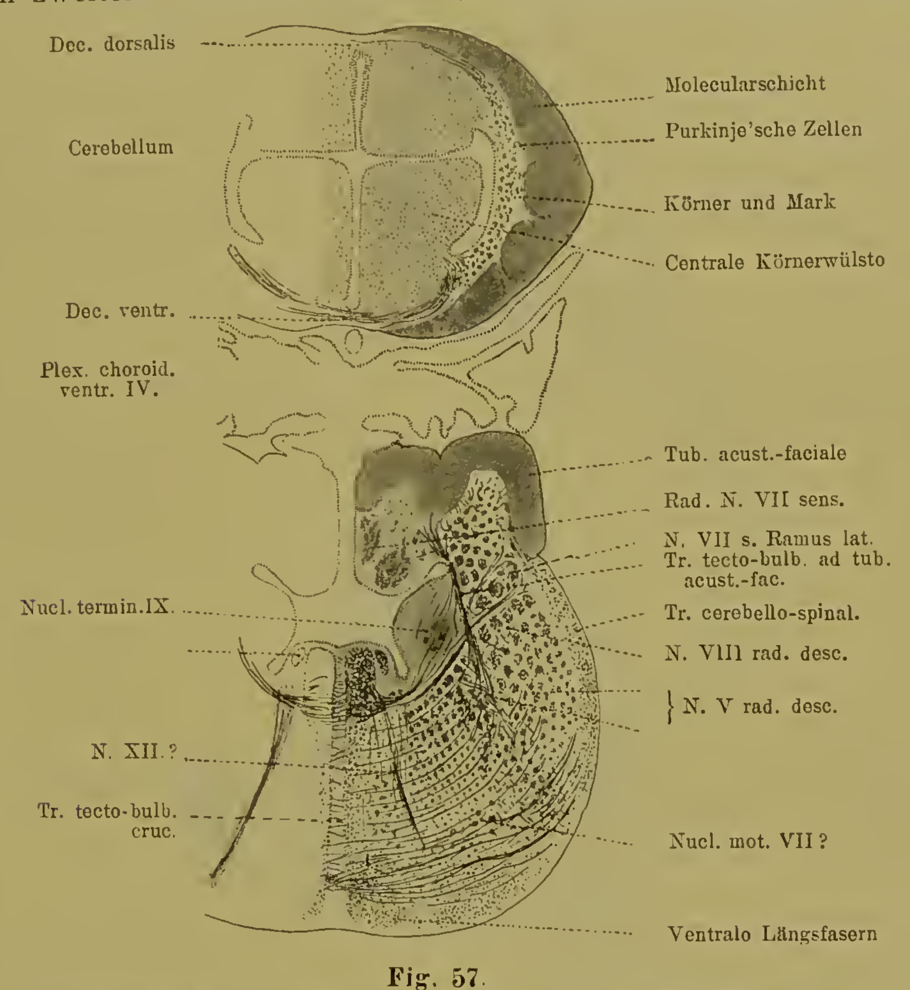


Fig. 57.

Schnitt durch die Oblongata von Scyllium am caudalen Ende des Acusticuskernes. Zu beachten auch die Entwicklung des Plexus chorioideus an dem medialen Oblongatarande. Er bedeckt hier die Rautengrubo und über ihm liegt das caudale Ende des Cerebellum.

an nachweisbar wird, geht in die Schnecke. Die Schnecke ist bei den Fischen kaum entwickelt und erreicht erst bei den Vögeln eine gewisse Ausdehnung. Erst bei den Säugern wird der zu ihr gehende Fasertheil gross.

Die Acusticusfasern stammen wohl alle aus den Ganglienzellen im Gehörorgan. Vergleiche 46 *D*, wo das an dem Amphibienembryo leicht sichtbar ist. Ebenso Fig. 20 *b*.

Im Gehirn kann man erkennen, dass bei allen niederen Vertebraten die Hauptmasse des Hörnerven in einem grossen Höcker endet, welcher

seitlich an der Oblongata da liegt, wo sich die Kleinhirnarme zu ihr senken. Eingeklemmt in den Winkel zwischen Mark und Kleinhirn und bis hinauf zu den Säugern, immer bedeckt von einer der Cerebellumrinde ähnlichen Formation, liegt dieser mächtige Acusticushauptkern da und nimmt an seiner ventralen Seite die Hörnervenfasern auf.

Bei den Fischen ist dies der Hauptkern. Er bildet da eine eigenartige Hervorragung am dorsal-lateralen Seitenrande der Oblongata. Nur in den grösseren lateralen Abschnitt gehen Acusticusfasern, in den kleineren

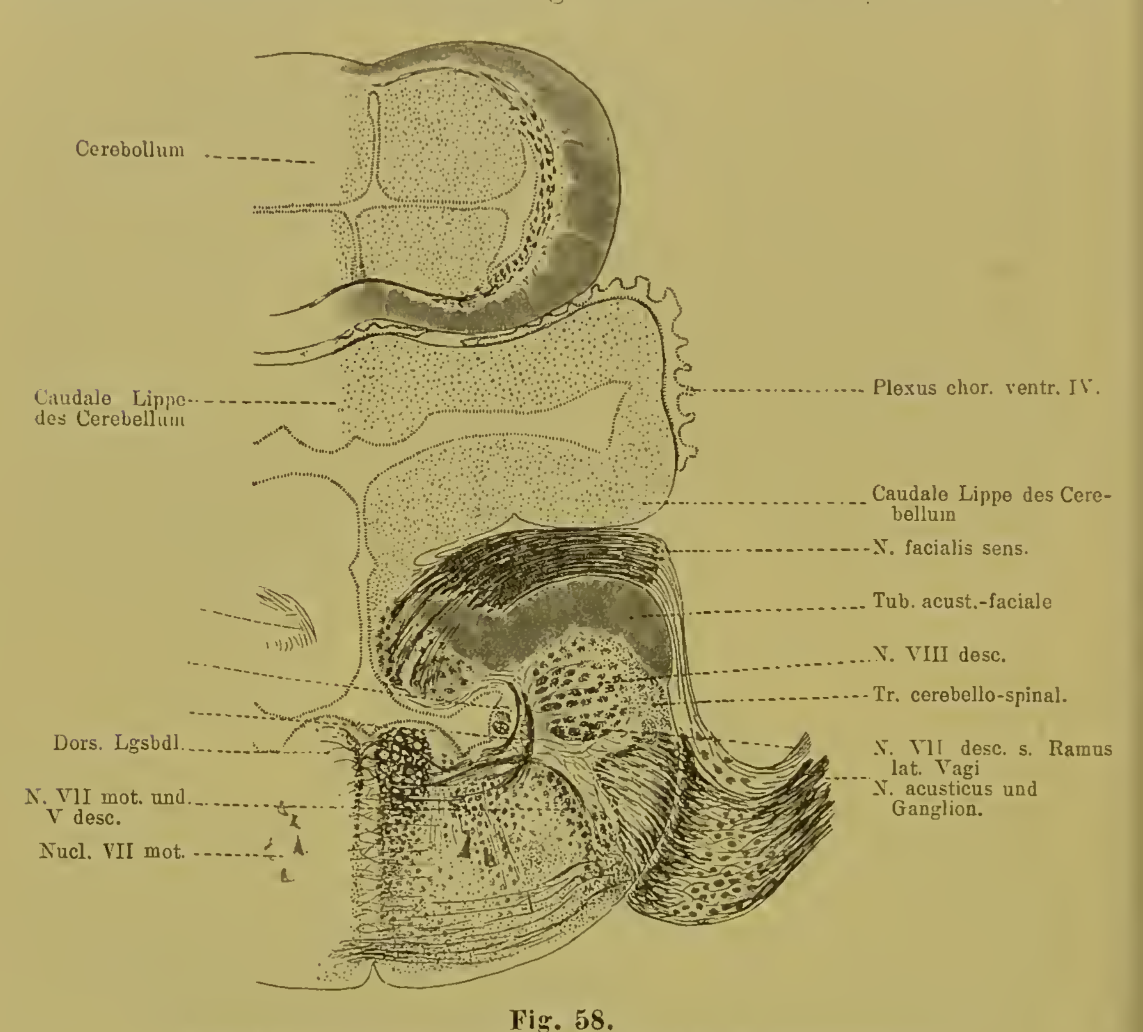


Fig. 58.
Schnitt durch die Oblongata von Scyllium im Niveau des Acusticuseintrittes.

medialen münden die Fasern des sensiblen Facialis. Da dieser, wie Sie später noch näher erfahren werden, Organe innervirt, welche zur Aufrechterhaltung der Körperstellung im Wasser wahrscheinlich von Wichtigkeit sind, so treffen in diesem Tuberculum acustico-faciale Bahnen für verwandte Functionen zusammen. Wenn bei den landlebigen Thieren der sensible Facialis verschwindet, geht auch der centrale Endapparat verloren und es bleibt nur der für den Acusticus bestimmte Theil übrig.

Ganz übersichtlich liegen die Verhältnisse bei den Selachiern und wahrscheinlich bei den geschwänzten Amphibien. Bei den Knochenfischen sind vielfach schon complicirtere Anordnungen vorhanden. Der in Fig. 57

abgebildete Schnitt von Scyllium zeigt verglichen mit dem in der vorigen Vorlesung demonstrirten sofort die Ausbildung der Oblongata über dem Endgebiete des Acusticus.

Neben dem Auftreten des Tuberculum mit seiner Rinde fallen besonders zwei Verhältnisse neu auf. Es hat sich das sensible Wurzelfeld enorm verbreitert. Unter dem Tuberculum liegt eine Menge hier neu aufgetretener Faserquerschnitte. Die meisten entstammen den weiter vorn eintretenden Fasern aus den Ganglien des Gehörorganes. Diese Fasern wenden sich zu einem geringen Theile frontalwärts, zu weitaus grösserem caudalwärts. Dadurch entsteht innerhalb des sensiblen Wurzelfeldes das „Acusticusfeld" als eigener Antheil. Es schwindet weiter vorn wieder, wo dann von dem sensiblen Wurzelfelde nur der aus den Trigeminusganglien stammende Faserantheil noch bleibt. Dann fällt auf, dass die Bogenfasern in den Kern, entsprechend der grossen Ausdehnung des

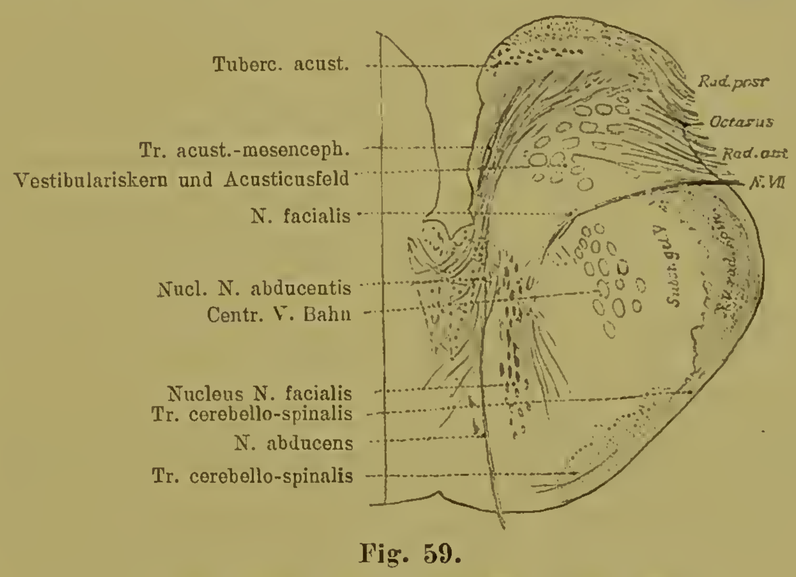


Fig. 59.

Caudalster Abschnitt der Acusticuskerne Alligator lucius.

Kernes sehr zugenommen haben. Sie stellen dessen centrale Bahn dar, und entspringen, wie es scheint, aus einem grosszelligen innerhalb des Tuberculum liegenden Kerne. Ein grosser Theil dieser Bogenfasern kreuzt zur anderen Seite, sammelt sich dort als laterales Längsbündel und endet frontal ziehend in einem Ganglion der Mittelhirnbasis, ein anderer Theil scheint, mit den Fibrae tecto-spinales vereint, gekreuzt das Mittelhirndach zu erreichen. Doch sind wir bei den Fischen über das Verhalten der Bogenfasern noch sehr wenig orientirt.

Nicht alle Acusticusfasern enden übrigens in dem Tuberculum acusticum. Eine grosse Anzahl derselben scheint in dem Grau zu enden, welches ventral von dem Tuberculum liegt. Wir hätten diesen Kern also von dem Tuberculum zu scheiden und können dies um so sicherer, als bei dem Frosch (Gaupp) und den Reptilien schon beide sich deutlich sondern, weil sie verschiedene Wurzeltheile aufnehmen. Siehe Figur 59.

Wenn sich, bei den Vögeln zunächst, das Cerebellum mächtiger entwickelt, wird das Tuberculum ganz seitlich geschoben und von dem ventraleren Kern getrennt, der dann am Boden der Rautengrube frei liegt. Es bleibt aber das Tuberculum acusticum neben dem bei den Säugern besondere Wichtigkeit gewinnenden Vestibulariskern durch die ganze Thierreihe hindurch nachweisbar. Bei den Anuren, die ja wesentlich in der Luft leben, tritt zuerst eine rudimentäre Schnecke und damit wahrscheinlich überhaupt erst ein Gehörorgan auf.

Natürlich müssen dem Auftreten der Schnecke mit dem Nervus cochleae auch im Centralorgane neue Kernausbildungen entsprechen. Aber wir können heute noch nicht die Brücke schlagen von den Verhältnissen bei den Thieren, die nur einen Labyrinthnerven besitzen, zu denjenigen, bei welchen der Schneckennerv daneben noch in das Gehirn eintritt.

Bei den Säugern endet die grösste Masse der Cochlearisfasern in dem Tuberculum acusticum und in einem mächtigen latero-ventral an der Oblongata liegenden Kerne. Das ist durch Degenerationen gesichert. Später, wenn wir die Säuger näher besprechen, will ich Ihnen entsprechende Abbildungen vorlegen. Dieser ventrale Kern ist bei Vögeln noch nicht mit der nöthigen Sicherheit identificirt. Dort findet man den Cochlearis (Brandis, Westphal) zu einem grosszelligen Ganglion am Boden der Rautengrube ziehen, ausserdem zu einem complicirt gebauten Kerne lateral und dorsal an der Oblongata, den diese Autoren als Eckkern bezeichnen.

Die ganze Lehre von den Acusticuskernen bedarf durchaus der Revision auf Grund von Degenerationsversuchen.

Dann wird auch die centrale Bahn, die aus den Kernen zu höheren Centren führt, geklärt werden. Einige ihrer Stücke, so die Bogenfasern aus allen Acusticusendstätten zur gekreuzten Hälfte der Oblongata sind bekannt. Dann haben wir durch Wallenberg erfahren, dass nach Verletzung des Acusticus bei Knochenfischen ein lateral in der Oblongata liegendes Bündel, der Tractus longitudinalis lateralis (mihi) hinauf bis in ein Ganglion des Mittelhirnbodens entartet. Das gleiche Bündel ist auch bei Vögeln bekannt. Schliesslich kennen wir, allerdings nur bei Säugern, den Lauf der centralen Cochlearisbahn zum grösserem Theile. Wir wissen, dass aus den Endkernen Fasern entspringen, die zu einem basal liegenden Ganglion der Oliva superior sowohl der gleichen als der gekreuzten Seite treten. Von dort entspringt dann eine tertiäre Cochlearisbahn zum Mittelhirne. Diese Oliva superior und zu ihr herantretende Bogenfasern sind bereits bei Amphibien von Gaupp, bei Reptilien und Vögeln von mir aufgefunden.

Schneidet man bei einem Scyllium einen Acusticus durch, so entarten seine Fasern in nur mässigem Grade während der nächsten Wochen. Sehr stark aber entartet immer ein Faserzug zu dem Marke des Kleinhirnes. Durch Abschneiden des Vagus, des sensiblen Facialis, des Trigeminus habe ich ermittelt, dass jedesmal in das gleiche Cerebellargebiet hinein solche Bahnen entarten. Sie halten sich nicht nur auf der Seite der Verletzung, sondern überschreiten die Mittellinie, um in das Mark der anderen Seite einzutreten. Der grösste Theil des Selachierkleinhirnmarkes wird von solchen Fasern zu den sensiblen Nerven gebildet. Man

bezeichnet diesen Kleinhirnantheil zu den sensorischen Hirnnerven als directe sensorische Kleinhirnbahn. Bei Säugern ist nur für den Acusticus ein Kleinhirnzuzug bekannt, aber es ist ausserdem ein Zug aus dem Cerebellum zu den Kernen der sensorischen Hirnnerven nachweisbar. Tractus cerebello-nuclearis.

Dorsal vom Acusticushauptkerne liegt, schon von den Fischen ab, eingebettet in den ventralsten Abschnitt des Kleinhirnes ein mächtiger Kern multipolarer Ganglienzellen, welcher, in enger Verbindung mit dem Ursprungsgebiet der Tonusnerven, seine Axencylinder durch das Acusticusgebiet hindurch rückenmarkwärts sendet. Der Kern — Deiters'scher Kern der Säuger — (Nucleus tract. acust.-spinalis) ist vielleicht ein Theil des Apparates, welcher erforderlich ist, die via Labyrinth erhaltenen Eindrücke auf die Körpermuskulatur zu übertragen. S. Fig. 243.

Ziemlich in gleicher Höhe wie die vorderen Hörnervenfasern treten bei den meisten Thieren die Facialisfasern von der Medulla oblongata ab. Der Facialis ist bei den höheren Vertebraten ein fast durchweg motorischer Nerv, bei den im Wasser lebenden niederen Wirbelthieren aber hat er noch eine mächtige sensorische Wurzel. Bei den Fischen, den Dipnoern und im Wasser lebenden Amphibien existirt ein Sinnesepithelien tragendes Kanalsystem, welches über den ganzen Kopf hin ausgebreitet ist. Der Apparat dient wahrscheinlich zur Wahrnehmung von Druckveränderungen im umgebenden Medium, ist wenigstens sehr zweckmässig für solche eingerichtet. Bei den Amphibien schwindet er mit Eintritt des Landlebens.

Ueber die Innervation desselben sind wir durch Pincus, Cole, ganz besonders aber durch O. S. Strong unterrichtet worden. Es hat sich gezeigt, dass es Facialisäste sind, welche mit Trigeminuszweigen verlaufend dieses Kanalsystem innerviren. Centralwärts sind diese Aeste bis an das Tuberculum acusticum verfolgt worden. Ich finde nun, dass bei Knochenfischen sowohl als — namentlich deutlich — bei den Selachiern gerade in dieses Tuberculum ein mächtiger sensibler Nerv eintritt, welcher bei auf dem Lande lebenden Thieren nicht vorkommt. Er wurde bisher gewöhnlich als eine Trigeminuswurzel bezeichnet. Doch ist es ausserordentlich wahrscheinlich, dass wir in ihm den sensiblen Facialis erblicken müssen. Figur 57 zeigt ihn sehr gut, ebenso finden Sie ihn in den Figur 64—66 abgebildeten Schnitten von der Barbe. Der sensible Facialis endet in dem medialen Abschnitte des Tuberculum acustico-faciale. Er stammt aus einem eigenen Ganglion, das den Trigeminusganglien enge angelagert ist. Strong und Herrick haben gezeigt, dass von diesem sensiblen Facialis aus auch ein anderer Theil des Hautsinnesapparates der Wasserthiere versorgt wird, die den Kopfkanälen sehr ähnlich gebaute Seitenlinie. Der Nerv für dieselbe geht zwar mit dem Vagus ein, aber er endet nicht in den Vaguscentren, zieht vielmehr innerhalb des sensorischen Wurzelfeldes frontalwärts weiter und kann bis unter das Tuberculum acustico-faciale verfolgt werden. Dieses interessante

Verhalten ist dann neuerdings auch von Bela Haller bestätigt worden. Damit Sie sich den peripheren sensiblen Facialis in seinem Verhalten zum Trigeminus ungefähr vorstellen können, lege ich Ihnen hier eine Abbildung vor, welche ich C. J. Herrick verdanke.

Wenn ich nun noch einmal daran erinnere, dass gerade in der Acusticushöhe der Oblongata jene langen Mauthner'schen Fasern entspringen, die wir schon im Rückenmark kennen lernten, die Tractus acusticospinales, die Fasern, welche erst in der Schwanzgegend enden, Fig. 35 und Fig. 46, dass die grossen Endzellen dieser Riesenfasern mit ihren Dendriten das Acusticusendgebiet förmlich durchflechten, dann wird Ihnen klar sein, welch ein wichtiger Associationspunkt für die mannigfachsten

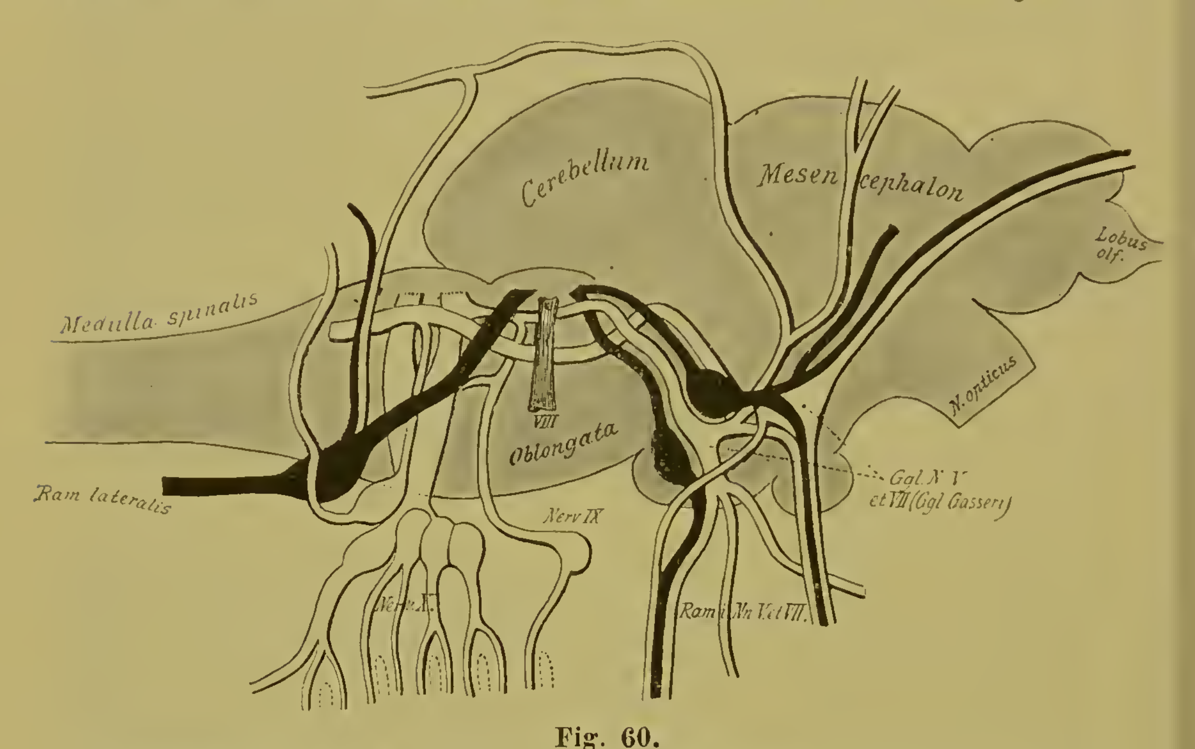


Fig. 60.

Die receptorischen Kopfnerven von Menidia, reconstruirt nach Schnitten. Nach C. J. Herrick. Der sensible Facialis schwarz.

Körpergegenden und für die mannigfachsten Innervationsbahnen im mittleren Theile des verlängerten Markes liegt. Die physiologischen Versuche und die Erwägungen, welche sich an diese anatomischen Verhältnisse anknüpfen lassen, führen zu dem Schluss, dass der eben geschilderte Theil der Oblongata ein wichtiges Centrum für die gesammte Körperstatik darstellt.

In der Höhe der Hörnervenkerne ist die motorische Säule, welche vom Rückenmark aus hirnwärts reicht, noch nicht erschöpft. Man stellt sich dieselbe am besten als eine dünne Platte vor, welche, zur Sagittalebene leicht geneigt, etwas von der Mittellinie entfernt in der Oblongata liegt. Aus dem dorsalen Theil dieser Platte ist nahe dem Rückenmark der Hypoglossus hervorgegangen. In der Acusticushöhe entspringt ebenda der Abducens, dessen Verlauf gut auf dem Schnitt Fig. 59 erkennbar ist. Der

ventrale Abschnitt sendet seine Fasern nicht direct hinaus. Er sammelt sie vielmehr für eine längere Strecke zu kleinen Bündeln, die sich dann alle dorsalwärts wenden, um, nahe dem Bodengrau angekommen, lateral umzubiegen. Dieser eigenthümliche knieförmige Verlauf ist uns schon beim Accessorius, Fig. 49, begegnet, einem Nerven, der aus dem gleichen Zellengebiet, nur weiter caudal abging, auch ein Theil der motorischen Vagusäste, Fig. 54, verhielt sich so. Nun aber kommen wir zu den beiden Nerven, welche aus dem Hauptheil der ganzen Zellsäule entspringen, zum motorischen Facialis und zum motorischen Trigeminus. Beide können nicht immer scharf von einander in ihren Wurzelgebieten getrennt werden. Bei den niederen Vertebraten ist der Facialis gewöhnlich viel weniger mächtig als der Kauast des Trigeminus, wahrscheinlich wegen der geringen Ausbildung der Antlitzmuskulatur.



Fig. 61.

Schnitt durch die Oblongata von Alligator lucius in der Höhe des mot. Trigeminuskernes. Nur die Contouren der Nervenaustritte angegeben.



Fig. 62.

Lacerta agilis. Gegend des Trigeminusaustrittes.

Figur 61 zeigt die Lage des Facialis und des Abducenskernes beim Alligator und in der folgenden Figur lege ich einen weiter vorn gemachten Schnitt vor, der die motorische Säule da trifft, wo sie im dorsalen Abschnitt zum motorischen Trigeminuskerne gewaltig anschwillt.

Vergleichen Sie z. B. den dünnen Facialis des Alligators Fig. 59 und den mächtigen Nerven, welcher für die grossen Kiefermuskeln bestimmt im Trigeminusgebiete der hier angeschwollenen motorischen Zellsäule entspringt, Fig. 61.

Der Facialiskern der Vertebraten ist kein einheitlicher. Sowohl in der Längs- als in der antero-post. Richtung zeigt er Unterbrechungen. Man wird desshalb leicht für das eine oder andere Thier verschiedene Zellgruppen als Ursprungscentren für den Facialis auffinden können. Sie gehören aber alle der gleichen Masse grosser multipolarer Zellen an, deren Ausläufer hinein in die Nerven der Muskeln ziehen, welche die Kopfoberfläche da und dort in dünner Schicht bedecken.

Am frontalen Ende der Oblongata schwillt die graue Masse, welche am latero-dorsalen Rande die sensiblen Nerven aufnahm, noch einmal an. Hier tritt in sie der Nervus trigeminus.

Doch endet in diesem frontalen sensiblen Trigeminuskern nur ein Theil der aus dem Ganglion Gasseri stammenden Massen, ein grösserer wendet sich spinalwärts, um allmählich in das Grau einzutauchen, dem wir auf allen Schnitten vom oberen Rückenmarksende bis herauf zum Quintuseintritt begegnet sind. Diesen absteigenden Theil haben Sie schon als bulbo-spinale Wurzel kennen gelernt.

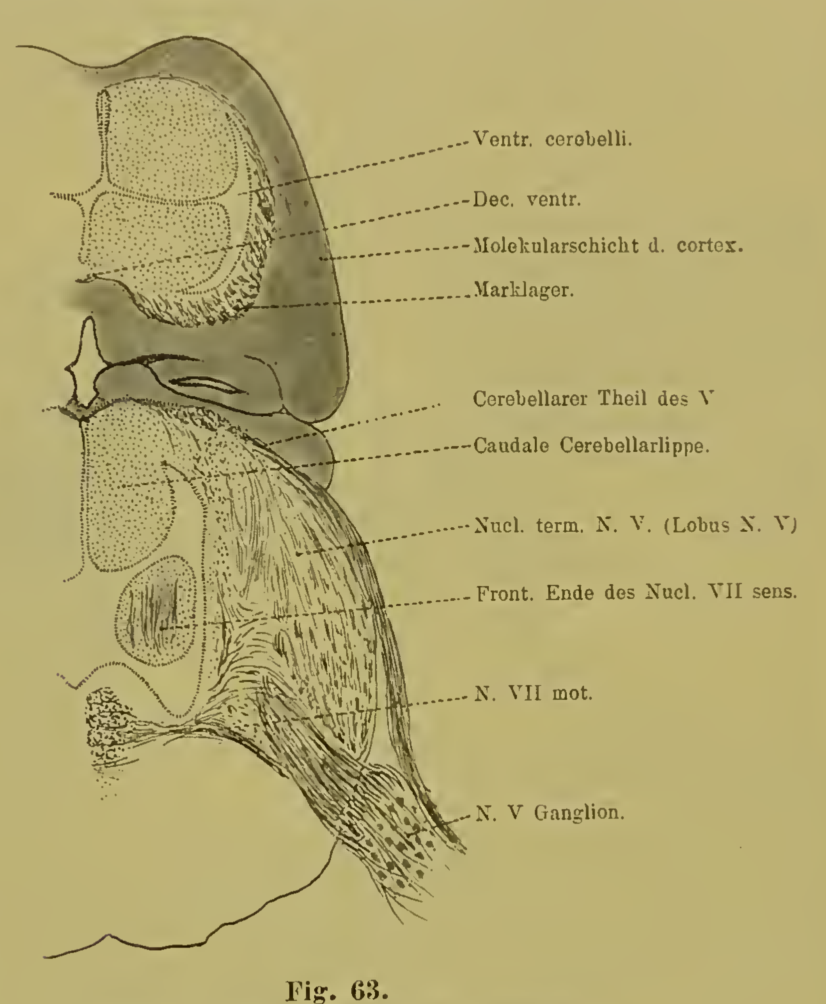


Fig. 63.

Oblongata von Scyllium. Endkern des Trigeminus.

Sie bildet die Hauptmasse des seitlichen sensorischen Wurzelfeldes in der Oblongata und ist immer bis an den Rückenmarkanfang hinab zu verfolgen. Figur 51 giebt ein klares Bild von ihrem Verhalten bei Scyllium. Hier, wie überhaupt bei den Fischen ist der Trigeminus ein besonders mächtiger Nerv, dessen Endstätten von zwei oder drei sehr starken Wurzeln aufgesucht werden.

Ein relativ einfaches und bis zu den Amphibien und Reptilien ziemlich typisches Verhalten zeigen die Selachier. Sie sehen es auf Fig. 63 abgebildet. Viel complicirter scheinen die Dinge bei einigen

Knochenfischen zu liegen. Hier findet man nämlich, in der Acusticusgegend etwa, die beiden dorsalen Theile der Oblongata stark verdickt, sie berühren sich und verschmelzen dorsal von der Rautengrube

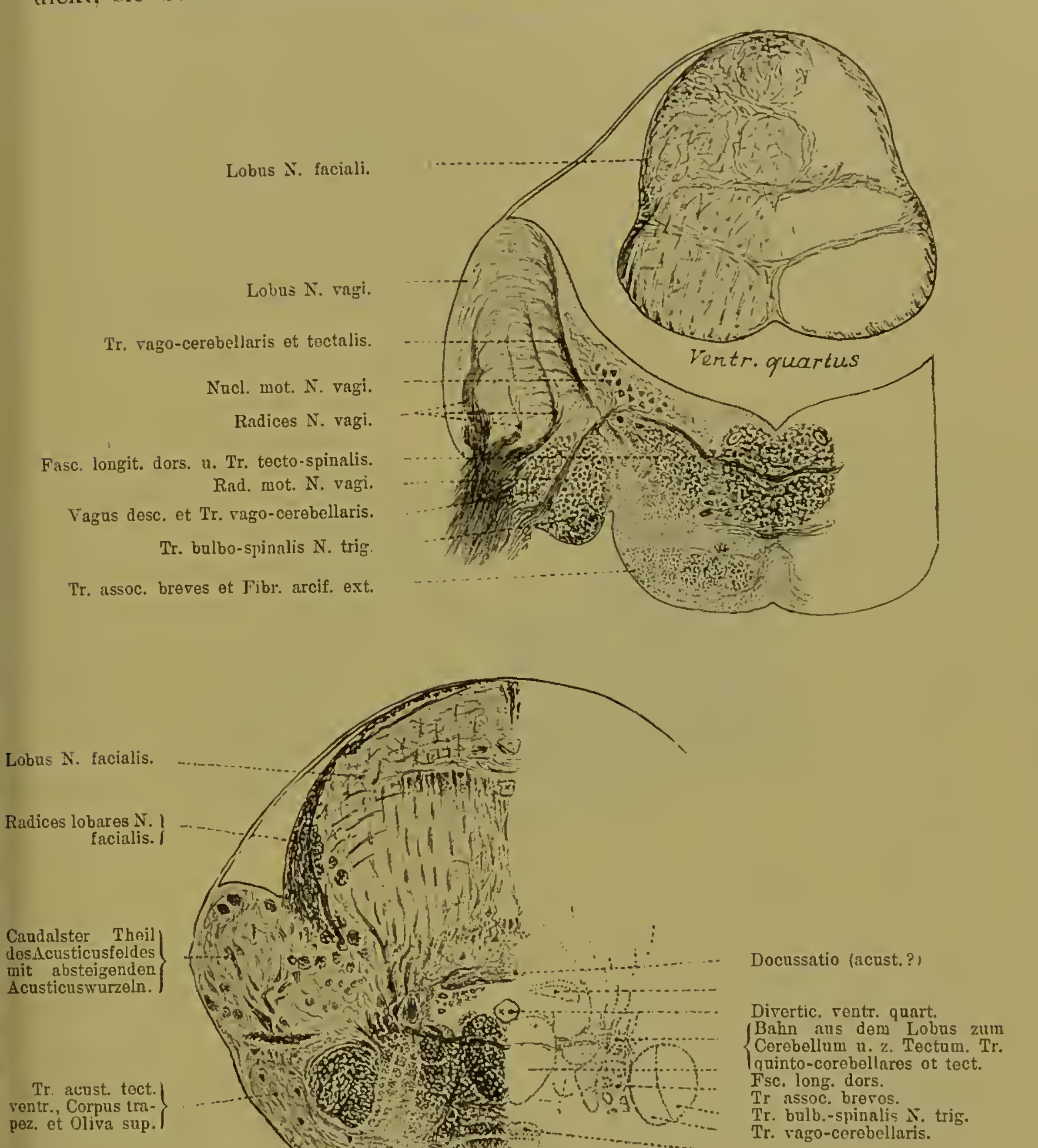


Fig. 64—65.

Aus der Oblongata von der Barbe, Barbus fluviatilis. Vagus- und Facialis- und Quintuswurzeln.

zu einem mächtigen Tumor, den man gewöhnlich als Lobus trigemini bezeichnete, weil aus ihm eine starke Wurzel, knieförmig abgebogen hinaus in den Trigeminus zieht. Ich vermuthe aber, dass es sich hier nicht um einen echten Quintusast handelt, sondern um die Endstätte

des sensiblen Facialis. Der Lobus wäre also der Endkern des Nervenapparates für die Kopfkanäle. Dass in dem „Lobus trigemini" der Fische auch Vagusfasern enden sollen, wird Sie nun nicht in Erstaunen setzen. Sie wissen ja, dass der Vagus diejenigen Facialisfasern aufnimmt, welche die Seitenlinie innerviren.

Der Lobus N. facialis, wie wir ihn nun nennen wollen, ist ein so mächtiges Gebilde, dass er vom Kleinhirn etwas rückwärts gedrängt bis in die Vagusgegend hin in die Rautengrube hinabhängt. Die Schnitte, welche Figur 64—66 von der Barbe geben, orientiren Sie über ihn. Wenn Sie Fig. 65 mit Fig. 58 vergleichen, so erkennen Sie, dass es sich um nichts Anderes handelt als um eine Massenzunahme des dort kleineren Feldes medial vom Tuberculum acusticum. Der Nerv tritt bei der Barbe anders als beim Hai an den Kern heran. Er zieht nicht dorsal, sondern ventral vom Tub. acusticum dahin.[1])

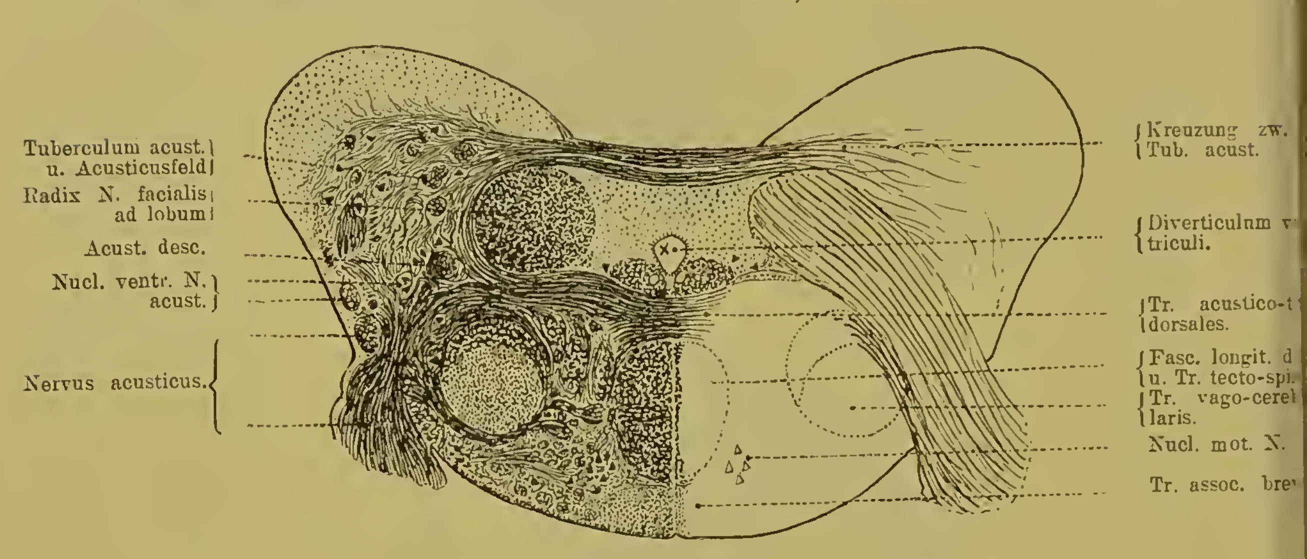


Fig. 66.
Aus der Oblongata von Barbus fluviatilis. Vagus- und Quintuswurzeln.

Bei den Vögeln und besonders bei den gepanzerten Reptilien ist der frontale sensorische Trigeminuskern viel weniger entwickelt als bei den anderen Thieren.

Mit jedem Nervus trigeminus tritt noch ein Faserzug aus dem Gehirne, welcher dem Dache des Mittelhirnes entstammt. Diese Radix mesencephalica Trigemini entstammt mächtigen birnförmigen Zellen, welche bei Säugern nahe dem Aquäducte liegen. Wahrscheinlich ist dieser Kern identisch mit einem aus ganz gleichen Zellen bestehenden, welchen

1) Leider ist es noch nicht möglich, in diesen Dingen ganz sicher zu gehen. Man kann einer Nervenfaser nicht ansehen, in welchen Stamm sie schliesslich geräth, und die meisten Versuche, die ich angestellt habe, durch Degenerationen voran zu kommen, sind fehlgeschlagen. Wir besitzen sehr genaue Beschreibungen des Verhaltens von Kernen und Fasern in dieser Gegend, sie sind aber, wie mir scheint, von geringem wirklichen Werthe, weil Irrthümer gar nicht zu vermeiden sind, wenn man mehr als die allgemeinsten Züge festzustellen sucht.

man bei Amphibien und Reptilien und Vögeln ziemlich in der Mittellinie des Tectum opticum findet. Dachkern des Mittelhirnes, besonders gross bei den Schildkröten.

Alle Trigeminuskerne erhalten bedeutende Zuzüge aus dem Schleifenareal. Diese treten, wie auch zu den anderen Nervenkernen, gekreuzt an sie heran. Ausserdem bekommen sie einen Kleinhirnzuwachs, von dem es unsicher ist, ob er im Kerne endet oder mit dem Nerven direct das Gehirn verlässt. Der Kleinhirnzuwachs zum Lobus trigemini ist besonders gross, s. Figur 65.

Wir haben bisher der Einfachheit der Darstellung halber angenommen, dass die Oblongata keine anderen Elemente enthalte, als die Hirnnervenkerne mit ihren Zuzügen und Verbindungen, von denen vor Allem die mächtigen Tractus tecto-nucleares zur Schleifenmasse in Betracht kommen, und aus den vom Rückenmark her durchtretenden Massen, innerhalb deren auch wieder der Tractus tecto-spinalis zur Schleifenfaserung und die Faserung des Fasciculus longitudinalis dorsalis die mächtigsten sind. Es gelangen aber in die Oblongata auch noch Fasern aus dem Rückenmarke zum Kleinhirn und aus dem Kleinhirn zu Kernen in der Oblongata selbst. Ausserdem enthält das verlängerte Mark neben der Masse von Zellen und Fasern des Associationsystemes noch eine Anzahl ihm eigenthümlicher Ganglien. Ein einziges nur, die Oliva superior ist anlässlich der Acusticusbeschreibung genannt. Nun aber giebt es bei allen Wirbelthieren noch einige andere Kernanhäufungen. Bei den Säugern ist die grösste jene als Oliva inferior bezeichnete Gruppe, welche zu der Kleinhirnfaserung in fester, später zu schildernder Beziehung steht und eben dadurch characterisirt wird. Bisher ist, wenn man an dieser Characterisirung festhält, noch bei keinem Wirbelthier ausser bei den Säugern eine untere Olive nachgewiesen. Wohl kennen wir von Reptilien und Vögeln, vielleicht auch von Amphibien Kerne, die so wie die Olive in der Oblongata gelagert sind, bei Reptilien auch s. Fig. 54 sehr ähnlichen Bau haben, aber eine sichere Stellung ist diesen Gruppen einstweilen noch zu geben. Das gleiche gilt für Kerne, welche überall am ventralen Rande der Oblongata, besonders in deren caudalem Gebiete nachweisbar sind. Hier findet man bei Säugern die Nuclei arciformes.

Noch andere Kerne und namentlich noch andere Fasersysteme könnte ich Ihnen hier aufzählen, welche in hochausgebildeten Oblongaten, namentlich in derjenigen der Knochenfische und der Selachier gefunden werden, ich will aber, wo noch so viele Unsicherheit herrscht und die Beziehungen noch so wenig erkannt sind, diese Dinge nicht im Detail besprechen. Halten Sie nur fest, dass die zahlreichen längsverlaufenden Bündel deren Querschnitte Sie auf allen Oblongataschnitten in den ventralen und lateralen Partieen begegnen, ausser den Zügen des Associationsystemes namentlich noch Verbindungen zum Mittel- und zum Zwischenhirne enthalten. Der Zwischenhirnfaserung zum Rückenmarke sind wir schon früher bei

Betrachtung der Seitenstränge begegnet, auch in der Oblongata liegt dies bei den Fischen besonders gut abscheidbare Bündel in den Seitentheilen. Es ist viel mächtiger als im Rückenmarke und nimmt spinalwärts ständig ab.

Zwei Fasersysteme der Oblongata müssen wir aber doch nun etwas genauer betrachten, schon weil sie physiologisch besonders wichtig sind.

Das eine ist die Faserung aus den Kernen der Hinterstränge zur Schleife, die frontalsten Züge der Tractus tecto-spinales also. Sie sind Ihnen schon oben als Fibrae arcuatae internae Fig. 46 und Fig. 48 demonstrirt worden. Diese Bahn, welche erst bei den Säugern ihre volle Mächtigkeit erreicht, ist wahrscheinlich schon bei den Fischen vorhanden. Sie ist ein Stück jener mächtigen centralen Faserung aus den sensiblen Endkernen. Nach der Kreuzung zieht sie in der Schleifenschicht hirnwärts und ihr gesellen sich allmählich alle jenen gekreuzten Züge aus den Hirnnervenkernen, die Tractus tecto-nucleares zu. Mit ihnen zusammen bildet sie die Schleifenschicht, der Sie auf allen Abbildungen begegnen, die ich Ihnen heute demonstrirte.

Das zweite wichtige Fasersystem gehört dem lateralen Oblongatarande an. Hier liegt, wie Sie sich erinnern, ventral von der spinalen Trigeminuswurzel der Tractus cerebello-spinalis. Er stammt auch aus Endstätten von sensiblen Fasern im Rückenmarke, aber er wendet sich nicht zur Schleifenschicht, sondern zieht frontalwärts bis dahin, wo der Acusticus abgeht, und wendet sich dort dorsal hinauf zum Kleinhirn. Unterwegs aber hat er aus den Hintersträngen und auch aus ihren Kernen Verstärkungen — Fibrae arciformes externae — nachgewiesen bei Fischen, Amphibien und Vögeln — aufgenommen. Das vereinte Bündel heisst nun Corpus restiforme, unterer Kleinhirnarm. Nur bei den Säugern ist es ganz genau studirt, dort enthält es auch noch andere Faserelemente. Nur wenige derselben, so die Acusticuskleinhirnbahn und der Zug aus dem Deiters'schen Kerne zum Rückenmarke sind auch bei Vögeln und Reptilien bereits wieder gefunden. Wo eine Olive nachweisbar ist, verlaufen die Fasern aus ihr in jenem unteren Kleinhirnarme.

Bei Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln liegt dicht dorsal und frontal vom Trigeminusursprunge ein grosses Ganglion, das, eingebettet zwischen seitlichen Kleinhirnrand und Dach des Mittelhirnes, von Stieda als Uebergangsganglion bezeichnet wurde. Dieser Figur 80 gut sichtbare Körper ist bisher noch nicht bei Säugern aufgefunden worden. Ich sehe bei den Knochenfischen, Reptilien und Vögeln in ihm ein Faserbündel enden, das einer Commissur hinter dem Opticuschiasma entstammt. Fig. 112. Perlia erkannte, dass es bei Vögeln atrophirt, wenn ein Opticus exstirpirt wird, und dass es einen eigenen Zug aus dem Sehnerven aufnimmt. Wallenberg hat eine Verbindung aus dem Corpus striatum zur Gegend dieses Ganglions aufgefunden (Vögel). Zwischen dem rechtsseitigen und dem linksseitigen Ganglion ist eine nicht unbedeutende Faserkreuzung zu sehen. Dieser grosse Zellcomplex an so prominenter Stelle, welcher nur bei den Thieren mit hoch ausgebildeten Opticusendstätten sichtbar ist, verdient eingehendere weitere Untersuchung. Der Spalt zwischen Cerebellum und Mittelhirn wird in der menschlichen Anatomie als

Isthmus bezeichnet. Da das Ganglion gerade an dem seitlichen Rande jedes Spaltes liegt, mag es als Ganglion Isthmi zunächst bezeichnet werden. Es ist bei Säugern noch nicht aufgefunden worden.

Am frontalen Ende der Oblongata wenden sich die Tractus tecto-bulbares et spinales dorsalwärts, um in das Mittelhirndach einzutauchen. Hier ist ihnen immer ein Kern eingelagert, Fig. 61, der Schleifenkern, welcher vielfach in mehrere Unterkerne zerfällt. Die Bahnen zum Cerebellum sind hier längst nach oben getreten, diejenigen zu und aus den Hirnnervenkernen nur noch zu geringem Theile vorhanden. Was hier ausser den erwähnten Zügen noch vorhanden ist, beschränkt sich auf Antheile, die von oben her in das Kleinhirn herabziehen, dann auf Bahnen, die aus dem Mittelhirn und dem Zwischenhirn oblongatawärts treten. Sie liegen in den ventralen Abschnitten und sind noch nicht sicher von der Schleife bei den niederen Vertebraten zu scheiden. Ausserdem aber liegt dorsal noch der Fasciculus longitudinalis dorsalis und über die ganze Breite der lateralen Felder vertheilt, das System der Commissurzellen mit den kurzen Bahnen, welche einzelne Höhen der Oblongata und des Mittelhirnbodens hier verknüpfen.

Bei den Säugern aber, soweit ich heute sehe, nur bei diesen, dringt noch eine Bahn aus dem Grosshirn hierher herunter, die zum Theil in den später als Brückenganglien zu schildernden Kernen bleibt, zum Theil in den Kernen der Hirnnerven mit ihren letzten Ausläufern auch im Rückenmarke endet, wo wir sie bereits als Tractus cortico-spinalis kennen gelernt haben.

Wir können unsere Uebersicht über den Bau der Oblongata hier zunächst abschliessen. Nun, wo Sie erfahren haben, welche wichtigen Ursprungs- und Endkerne hier liegen, welche mächtigen Associationssysteme das Ganze erfüllen und alle seine Höhen unter einander und mit höheren und tieferen Centren verknüpfen, welche wichtigen Verbindungen aus der Oblongata zu anderen Hirntheilen laufen, nun wird es Ihnen wohl begreiflich werden, warum gerade dieser Hirntheil der wichtigste für die Fortexistenz des Lebens ist. Man kann einerseits einem niederen Wirbelthiere Alles entfernen, was vor der Oblongata liegt, ohne seine vitalen Functionen so zu beeinträchtigen, dass der Tod einträte und kann andererseits das ganze Rückenmark entfernen, ohne dass zunächst mehr sichtbar würde, als complete motorische und sensible Lähmung. Nur den Ausfall des verlängerten Markes, des mächtigen Ursprungscentrums der wichtigsten Nerven und des grossen Coordinationscentrums erträgt kein Wirbelthier länger.

Der Wichtigkeit der Oblongata für die Existenz des Thieres entspricht auch der Umstand, dass dieser Hirntheil früher als irgend ein anderer der Ausbildung sich nähert. Wenn im ganzen frontalen Hirnabschnitt noch keine Faser markhaltig ist, umgeben sich schon die Hirnnerven mit Mark und bald nachher auch die centralen Bahnen, die Tractus tecto-nucleares. Nur das dorsale Längsbündel ist um diese Zeit schon markhaltig. Das allein erleichterte,

bei den Fischen z. B., die Verfolgung der Hirnnervenbahnen. Nicht uninteressant ist, dass der elektrische Nerv bei Torpedo von 11 Cm. Körperlänge schon neben den anderen Hirnnerven seine Markscheiden hat, also wohl fungirt.

Neunte Vorlesung.

Das Kleinhirn.

Dorsal von der mächtigen Oblongatafaserung liegt, mit ihr immer durch einige Züge verbunden, das Kleinhirn. Es geht caudal in den Plexus chorioides ventriculi quarti und frontal in eine dünne Platte, das Velum anticum über, welche hinüber zum Dache des Mesencephalon führt.

Wenn Sie die Fig. 67 abgebildeten Schnitte durchmustern, so wird Ihnen auffallen, dass kein Hirntheil, ausgenommen etwa das Vorderhirn,

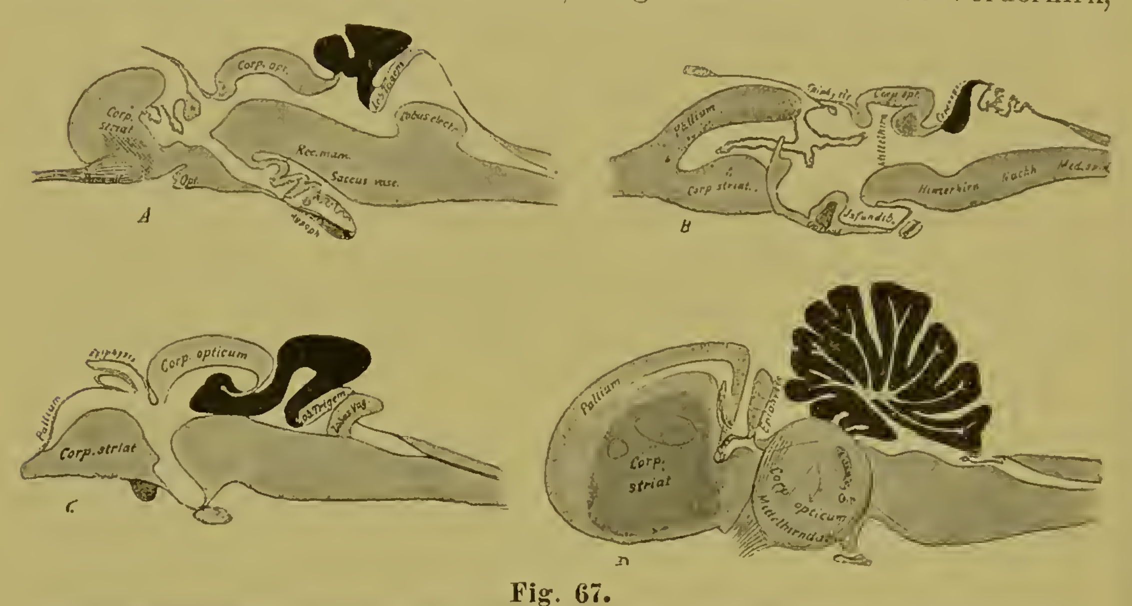


Fig. 67.
Halbschematische Sagittalschnitte durch Vertebratengehirne. Das Cerebellum geschwärzt, um dessen relative Grösse zu zeigen.
A. Ein Rochengehirn. *B.* Ein Amphibiengehirn. *C.* Forellenembryo. *D.* Vogelhirn.

so viele Variationen der Ausbildung aufweist, als dieser. Aber das Kleinhirn ist nicht, wie das Vorderhirn, bei höheren Thierklassen weiter ausgebildet, als bei niederen. Wir begegnen vielmehr bei nahe verwandten Arten sehr bedeutenden Differenzen. Die einfachste Form, in der wir ein Kleinhirn finden, weisen die Cyclostomen und die Amphibien auf; die dem Mittelhirn zugewandte Seite des Hinterhirndaches ist zu einer dünnen, quer über den Ventrikel gestellten Platte verdickt. Diese Platte geht beiderseits in die Seitenwände der Oblongata über. Auch die Reptilien besitzen kein wesentlich höher stehendes Organ. Aber bei denjenigen unter ihnen, welche schwimmen (Alligator, Krokodil, Chelone midas, Fig. 72 *B*), ist die Platte um das Doppelte vergrössert und erstreckt sich auch auf die caudale Seite des Daches. Die grossen Schwimmer, die Knochenfische und besonders die Selachier, besitzen eine Kleinhirnplatte, die

so enorm ausgebildet ist, dass sie sich in massenhafte Querfalten legen muss (Fig. 67 A), ja bei den Teleostiern sich unter das Mittelhirndach in den Aquäduct hinein vorstülpt (Fig. 67 C). Im Schlamm lebende Fische (Dipnoi) haben wieder ein kleineres Cerebellum.

Man versteht den so entstandenen Körper am leichtesten, wenn man ihn zunächst als einen Sack auffasst, welcher über der Oblongata ruht. Die Wände dieses Sackes verdicken sich wahrscheinlich nur durch Wucherung in den lateralen Theilen — Schaper, Burkhardt. Durch reich-

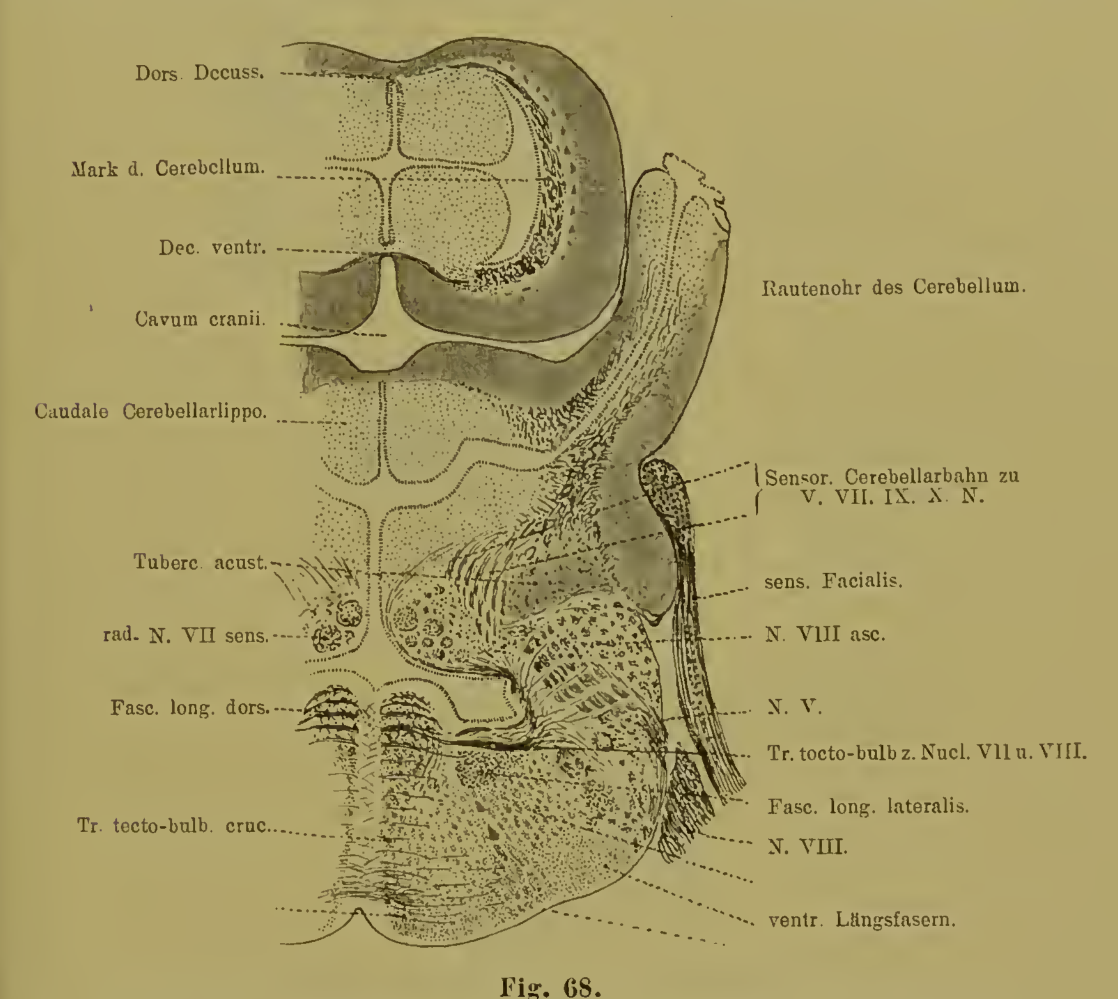


Fig. 68.
Frontalschnitt durch Oblongata und Cerebellum von Scyllium. Caudale und caudal-laterale Ausstülpungen des Cerebellums.

liche Ein- und Ausstülpungen der Wände kommt es zu ausserordentlich wechselnden Kleinhirnformen, selbst bei Thieren, die sich sehr nahe stehen. So findet man z. B. in der Reihe der Knochenfische oder der Selachier wohl keine zwei Arten mit völlig gleichem Cerebellum. Die bei den Knochenfischen regelmässig vorhandene frontalwärts gerichtete Ausstülpung unter dem Mittelhirndache ist bereits erwähnt. Bei den Ganoiden und bei den Selachiern kommt es immer auch im caudalen Kleinhirnabschnitte zu einer besonderen Ausstülpung, der Kleinhirnlippe. Ihre Seitentheile ragen meist lateral über die Oblongata als

zwei dünne Säcke hinaus. Diese Säcke werden als Rautenohren bezeichnet.

Ein Blick auf den Schnitt Fig. 68 von Scyllium zeigt Ihnen die Rautenohren und die caudale Kleinhirnlippe. Darüber liegt das Mittelstück des Cerebellum, dessen Zusammenhang mit der caudalen Falte weiter frontal auf den Schnitten von Fig. 63 und 70 sichtbar ist. Der Schnitt Fig. 68 reiht sich direct an den Fig. 58 abgebildeten an. Wollen Sie, um überhaupt einmal eine Uebersicht über die Faltungen, wenigstens an

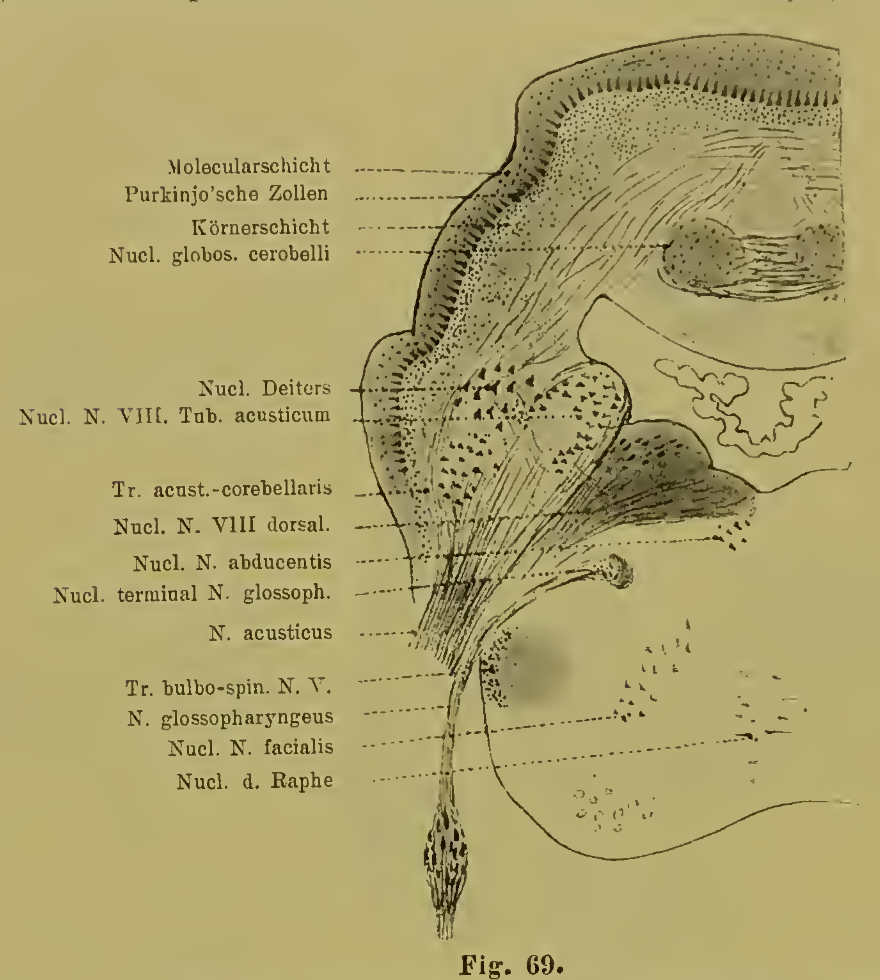


Fig. 69.
Gegend des Glossopharyngeuseintrittes von einem jungen Sperling, bei dem die Markscheidenentwicklung noch nicht vollendet ist.

einem Selachiergehirne zu bekommen, nun die Schnitte Fig. 57, 58, 63, 70 speciell auf das Kleinhirn hin noch einmal durchgehen.

Ein Blick auf Fig. 67 zeigt, dass durch die Umbeugung der Kleinhirnplatte eine Fortsetzung des Ventriculus quartus in das Innere des Organes zu Stande kommt. Dieser Ventriculus cerebelli ist auch dann noch nachweisbar, wenn, wie bei den Vögeln und Säugern, die Gewebsmasse des Kleinhirnes sehr zugenommen hat. Nur ist er dann sehr enge und in den periphersten Partieen kommt es gewöhnlich zu völligem Schwinden des kleinen Spaltes.

In das Cerebellum der Fische, Amphibien und Reptilien gelangen Züge aus dem Zwischen- und Mittelhirn, desgleichen solche aus dem

Rückenmark. Dieselben Züge finden wir bei Vögeln und Säugern wieder. Aber bei den letzteren ziehen auch sehr starke Faserbündel aus dem Vorderhirn dort hinein. Diese gelangen in eigene, jederzeit vom Mittelstück neu auftretende Bildungen, die Hemisphaeria cerebelli. Sie entwickeln sich bei den Säugern, gleichzeitig mit dem Auftreten einer Brückenformation, zu Theilen, welche das Mittelstück (von nun an Wurm, Vermis genannt) an Grösse weit übertreffen. Das Mittelstück behält aber bis hinauf zum Menschen den ihm durch die Querfaltung der Cerebellarplatte seit den Selachiern gewordenen Character.

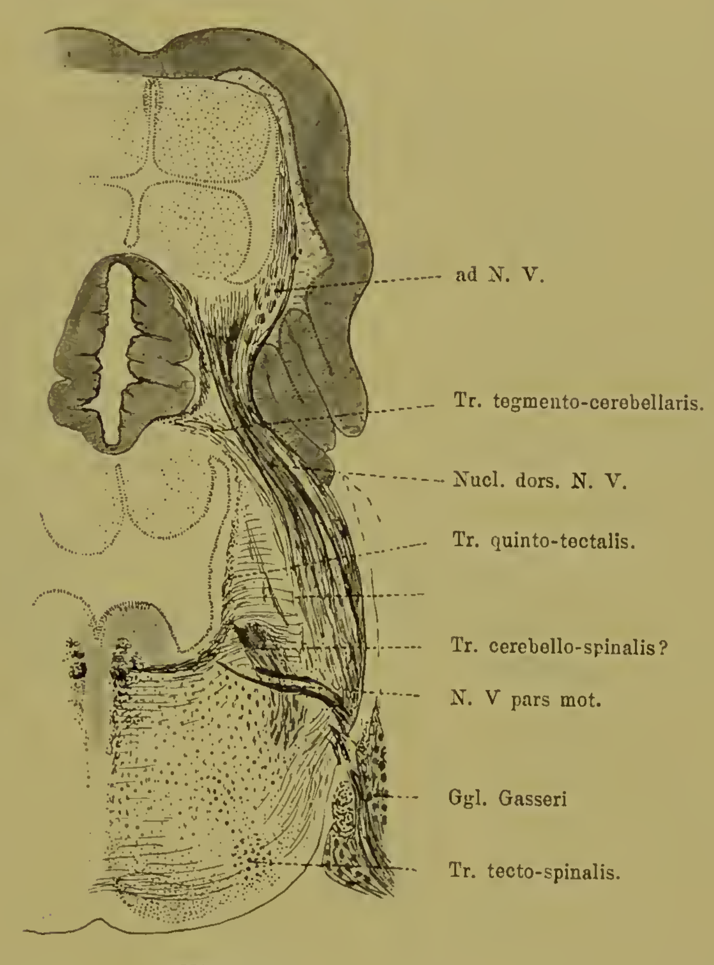


Fig. 70.
Frontalschnitt von Scyllium im Niveau der frontalen Trigeminuswurzeln.

Figur 68 zeigt Ihnen, dass gerade an der Stelle, wo das Kleinhirn sich mit der Oblongata verbindet, die Kerne und Fasermassen der für die Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichtes bestimmten Nerven liegen. Sie erkennen auch, das eben zu diesen Kernen Fasern aus dem Cerebellum hier herabziehen. Wenn bei den Vögeln und Säugern das Cerebellum an Masse zunimmt, dann wird ein Theil der hierher gehörigen Apparate in die Kleinhirnmasse selbst eingebettet, wie an dem Figur 69 abgebildeten Schnitte sichtbar ist.

Der grösste Theil der Markfasern, welche auf den Kleinhirnschnitten

durch das Scylliumgehirn sichtbar sind, gehört dem System der directen sensorischen Cerebellarbahn an. Ihr Herabtreten zu den Nerven war schon auf Figur 63 sichtbar, die Hauptmasse senkt sich erst weiter frontal herab, um dann caudalwärts zu dem Trigeminus, Facialis und Vagus zu treten. Ich habe diese Tractus vago-cerebellares etc., welche Mayser zuerst erkannt hat, bei Scyllium degenerativ feststellen können.

Der Vermis cerebelli erreicht nirgendwo in der Thierreihe so colossale Ausbildung wie bei den grossen Schwimmern und den Vögeln. Dieser Umstand und die gerade dort auch besonders mächtigen Verbindungen mit dem Tonusnerven des Labyrinthes und mit dem Trigeminus lassen schon als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass das Cerebellum irgendwie zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes und des Muskeltonus in einer Beziehung stehen muss, die sich in seiner Gesammtentwicklung ausdrückt. Bekanntlich weisen auch die Ergebnisse physiologischer Versuche darauf hin, dass in dem Cerebellum derartige Functionen localisirt sind. Es wird Sie interessiren zu hören, dass höchst wahrscheinlich das Cerebellum einer der ältesten Hirntheile ist. Schon im Centralnervensystem von Evertebraten, Krebs (Bethe), finden sich Theile, deren Function die Aufrechterhaltung des Tonus zu sein scheint.

Im Ganzen wissen wir aber über die Kleinhirnfunction noch recht wenig. Nur für das Organ der Säuger fangen wir an klarer zu sehen. Das hängt mit einem merkwürdiger Weise immer übersehenen Umstande zusammen. Wir können bei niederen Thieren noch nicht beobachten. Störungen dort müssen schon ungewöhnliche sein, wenn wir sie als solche erkennen sollen. Wie viele Jahrtausende ärztlichen Beobachtens waren allein erforderlich, bis wir gelernt hatten, beim Menschen, den wir doch täglich vor Augen haben, pathologische Gangarten abzuscheiden und zu unterscheiden. Wer von uns kennt z. B. das Schwimmen der Fische so genau, dass er auch nur analoge Störungen bei solchen, wie sie nun beim Menschen von Jedermann gesehen werden, zu erkennen sich getraute. Die Art physiologischer Beobachtung, welche bisher geübt wurde, ist da völlig unzureichend.

Zweifellos also ist das Kleinhirn ein sehr wichtiger Hirntheil und es lohnt sich sehr, wenn wir uns mit seinem Bau etwas beschäftigen.

Merkwürdig einfach und bei allen Thieren gleichartig ist es nun aufgebaut. Immer wiederholt sich der gleiche histologische Typ.

Sie haben schon früher erfahren, dass das Kleinhirn sich ontogenetisch aus einer einfachen Platte entwickelt und heute haben Sie gesehen, dass es auch phylogenetisch sich gleichartig verhält. Durch Fältelung der Platte und Verdickung ihres Seitentheils entstehen alle die mannigfachen Kleinhirnformen, immer aber handelt es sich im Wesentlichen nur um eine Oberflächenvergrösserung. Mag die Platte oben oder unten hin kommen, mag sie isoliert und klein oder zu mächtiger Ausbildung gediehen sein, immer ist sie gleichartig gebaut. Nehmen wir als Ausgangspunkt weiterer Betrachtung das Cerebellum der Reptilien, weil es eine einfache dünne Platte ist, welche quer über dem Ventrikel senkrecht zur Längsaxe des Gehirnes scheidelwärts ragt. Wir können dann eine Facies frontalis unterscheiden, welche dem Mittelhirndache zugewendet ist und eine Facies caudalis. Ein Schnitt lässt sofort erkennen, dass beide verschiedenen Aufbau haben. Der hintere Abschnitt besteht aus einer an

Ganglienzellen reichen Platte, der vordere nimmt im Wesentlichen nur Dendriten aus dem hinteren auf.

Gerade auf der Grenze beider Schichten liegt eine Lage grosser und bei allen Wirbelthieren ausserordentlich ähnlich gebauter Zellen, die Schicht der Purkinje'schen Zellen. Diese senden ihre Dendriten zum grössten Theile frontalwärts, wo sie dann mächtig aufzweigen und mit ihrem Geäste die frontalste Schicht, die Molecularschicht des Kleinhirnes erfüllen. Ihre Axencylinder aber senden diese Zellen rückwärts. Sie bilden ein mächtiges Faserwerk, dessen Enden in die Kleinhirnarme gerathen. Diese Arme treten bei den Reptilien von beiden

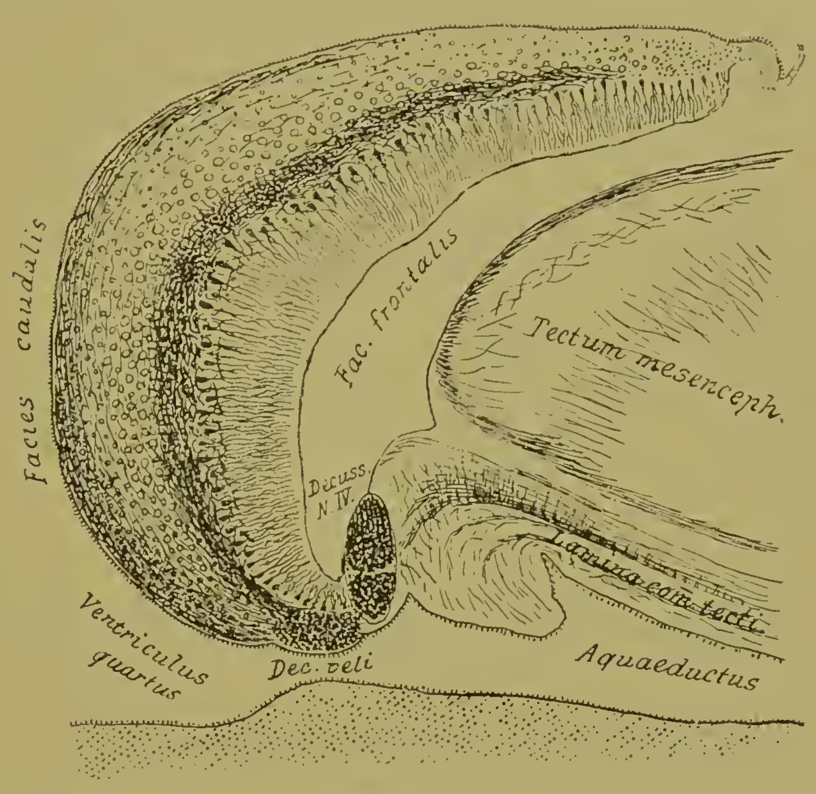


Fig. 71.

Sagittaler Medianschnitt durch das Cerebellum der Wüsteneidechse. Varanus griseus.

Seiten her an das Cerebellum heran und was sie ihm von Fasern zuführen, verläuft in den Plexus, den sie theils dicht unter den Purkinjeschen Zellen, theils in der ventralen Kleinhirnschicht, der Körnerschicht erkennen.

Die kleinen multipolaren Ganglienzellen, welche die Körnerschicht erfüllen, scheinen ihre Axencylinder alle in die Molecularschicht hinauf zu senden, doch giebt es gerade in dieser Schicht und auch dicht über den Purkinje'schen Zellen noch einige andere Zelltypen, die zwar von Vögeln und Fischen schon bekannt, am besten aber bei den Säugern studirt sind. Desshalb muss ich auf die Darstellung in einer späteren Vorlesung verweisen.

Meist ist der erwähnte Schichtentyp überall ziemlich gleich ausgebildet auf dem Kleinhirn vorhanden. Immer finden sich Stellen, wo die eine oder die andere Schicht fehlt. So sind z. B. bei Scyllium, wie Ihnen die Abbildungen zeigen, die Kleinhirnlippe und der grösste Theil der Kantenohren fast nur von der Körnerschicht gebildet, die überhaupt bei den Selachiern eine ganz besondere Ausbildung erfährt. Man hat den Eindruck, als quölle sie am caudalen und lateralen Kleinhirnende förmlich unter den anderen Schichten hervor.

Die im Kleinhirn entspringenden oder da endenden Fasern sammeln sich an zwei Schichten. Einmal direct unter den Purkinje'schen Zellen, zwischen diesen und der Körnerschicht, dann aber auch zwischen der letztgenannten Schicht und dem Ventrikelepithel. Bei den Selachiern, den Knochenfischen und den Amphibien ist nur die erstere Ansammlung beträchtlich, die letztere ist nur in den lateralen Abschnitten, da, wo die Markfasern des Kleinhirnes herab zu anderen Hirntheilen ziehen, nachweisbar, bei den Vögeln und den Säugern aber ist die Zahl der dicht über dem Ventrikel liegenden Fasern so gross, dass sie da eine eigene Schicht von recht beträchtlicher Dicke, das Marklager des Kleinhirnes bilden.

Unsere Abbildung von Varanus zeigt das Marklager eben nur in Spuren. In dieses Marklager treten Züge aus dem Mittelhirn und Zwischenhirn ein, die bei den Fischen besonders kräftig ausgebildet sind, aber auch bei allen anderen Thieren sich nachweisen lassen. Ausserdem enthält es die inneren Associationsbahnen des Kleinhirnes. Der feinere Zusammenhang all dieser Theile, besonders der Zellen wird für die Säuger eingehender geschildert werden, für die niederen Vertebraten liegt noch nicht ausreichendes Beobachtungsmaterial vor, doch zeigt das was bekannt ist (Knochenfische und Selachier, Schaper, Vögel, R. y Cajal, Kölliker und eigene Untersuchungen), dass wahrscheinlich überall auch die feinsten Verhältnisse denen der Säuger ähnlich sind.

Im Wesentlichen stellt sich heraus, dass im Kleinhirn Fasern münden und entspringen und dass durch die Fortsätze der verschiedenen dort liegenden Zellen sehr reichliche Möglichkeit zu Coordination von solchen Vorgängen gegeben ist, welche in dem Kleinhirn sich abspielen.

Ein Schnitt durch das Kleinhirn eines Vogels oder Säugers oder auch schon der äussere Anblick des grossen Organes, welches die Fische bieten, lässt nun vermuthen, dass das Cerebellum ein sehr complicirtes Gebilde sein müsse. Wir können aber von dem einfachen, eben für Varanus geschilderten Typ ganz gut die meisten anderen Kleinhirntypen ableiten. Es handelt sich nur um zwei Factoren, um die Entwicklung der Rinde und diejenige des Marklagers. Wenn die Rinde sich vergrössert, legt sich das ganze Kleinhirn in Falten. Fig. 72 zeigt, wie sich der einfache Eidechsentyp bei dem schwimmenden Alligator und bei der Chelone verdoppelt und wie durch weitere Faltung der gleichen Platte

der Typ ableitbar ist, welchen Vogel- und Säugerwurm zeigen. Bei den Knochenfischen ist die Oberfläche wesentlich grösser als bei den Amphibien und Reptilien, es ist auch dadurch, dass die Körnerschicht dicker ist und besonders dadurch, dass ungewöhnlich viele Verbindungsarme hier in das Cerebellum gerathen, der Markkern dicht über dem Ventrikel sich vermehrt. So kommt ein anscheinend massiver Körper, Fig. 55 im Sagittalschnitte, zu Stande, dessen unter dem Mittelhirndach liegender Theil als Valvula cerebelli bezeichnet wird.

Es ist schon oben erwähnt worden, dass aus dem Kleinhirne mächtige Zuzüge zu den sensorischen Nerven der Oblongata gelangen. Die Trennung der Ursprungs- oder Endgebiete dieser sensorischen Kleinhirnbahn von den übrigen Kleinhirntheilen lässt sich bei den meisten Vertebraten noch nicht durchführen. Aber bei den Knochenfischen, noch deutlicher bei den Selachiern, wo sie die Hauptmasse des ganzen Kleinhirnmarkes ausmachen, ist das möglich. Dort hat sogar der für den Acusticus

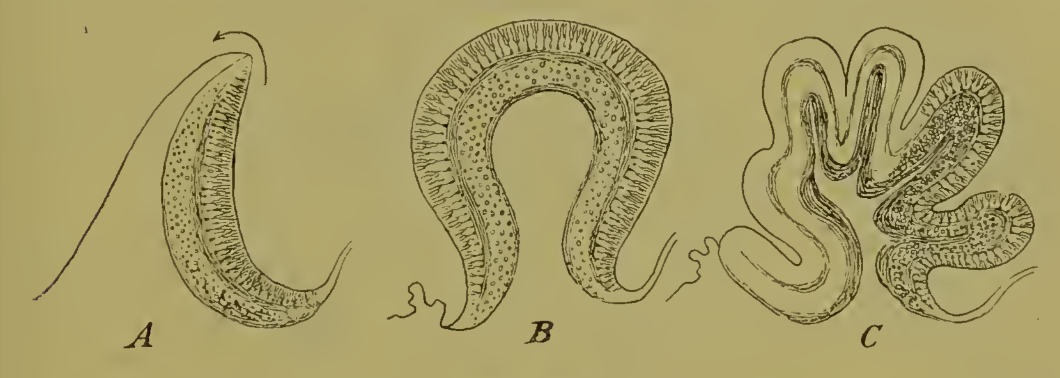


Fig. 72.

Etwas schematisirte Sagittalschnitte durch *A* Eidechsengehirn, *B* Typus von Chelone und Alligator, sowie Crocodilus, *C* Typus der Vögel und Säuger. Zur Demonstration der Vergrösserung des Kleinhirnes mittelst Umbeugen der Cerebellarplatte in der Richtung des Pfeiles über *A*. Das frontale Ende liegt rechts.

und den sensorischen Facialis bestimmte Antheil seitlich am caudalen Kleinhirnende eine deutliche räumliche Trennung von der Gesammtmasse des Cerebellums erfahren. Es legt sich da die Cerebellarrinde eine Strecke weit caudalwärts über diese accessorischen Kleinhirntheile hinweg. Bei den Vögeln und Säugern sind sie ganz in die Cerebellarformation hinein gerückt. Tuberculum acustico-faciale, Fig. 57, 58.

Eigenkerne des Kleinhirnes kann man Kerngruppen nennen, welche bei Säugern und Vögeln gut, bei den Reptilien und Amphibien noch kaum gekannt, bei den Fischen aber wenigstens in einer Gruppe gut abscheidbar sind. Diese letztere Gruppe besteht aus zwei rundlichen mächtigen ziemlich caudal liegenden Kernen, den Nuclei globosi cerebelli Fig. 69. Sie liegen so sehr in der Ebene der nucleo-cerebellaren Bahnen und sind so sehr von deren Zügen umfasst, dass sie wahrscheinlich diesen letzteren zugerechnet werden müssen. Bei den Vögeln, wahrscheinlich in geringem Masse schon bei den Reptilien, liegen lateral von ihnen noch kleine Zellanhäufungen, die Nuclei laterales Vermis,

wahrscheinlich identisch mit einem bei den Säugern hochentwickelten, mächtigen vielgefalteten Kerne, der Oliva cerebelli, Nucleus dentatus. Er nimmt den vorderen Kleinhirnschenkel auf. Noch ist er bei den niederen Vertebraten nicht wiedererkannt, aber es ist wahrscheinlich, dass er existirt, weil eben jener vordere Arm auch bei jenen in das Kleinhirn eintaucht.

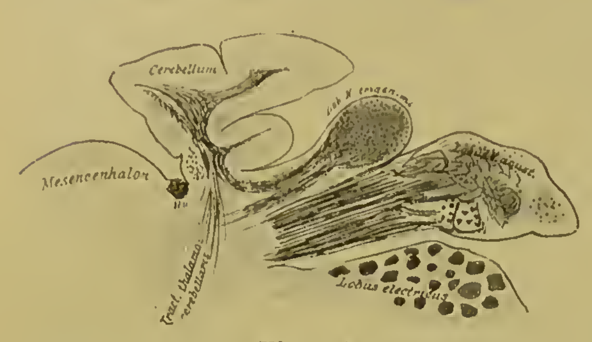


Fig. 73.

Sagittaler Schnitt, etwas seitlich von der Mittellinie, durch das Cerebellum eines kleinen Rochens, Rajaart.

Die Verbindungen und der innere Verlauf der Fasern des Kleinhirnes sind noch sehr wenig sicher bekannt Zwar besitzen wir einige eingehende Beschreibungen für die eine oder die andere Klasse, aber es sind ausreichende Degenerations- oder entwicklungsgeschichtliche Studien hier noch nicht angestellt. Nehmen Sie also, was ich hier mittheile, nur als das Wenige hin, was sich mit einiger Sicherheit aussagen lässt.

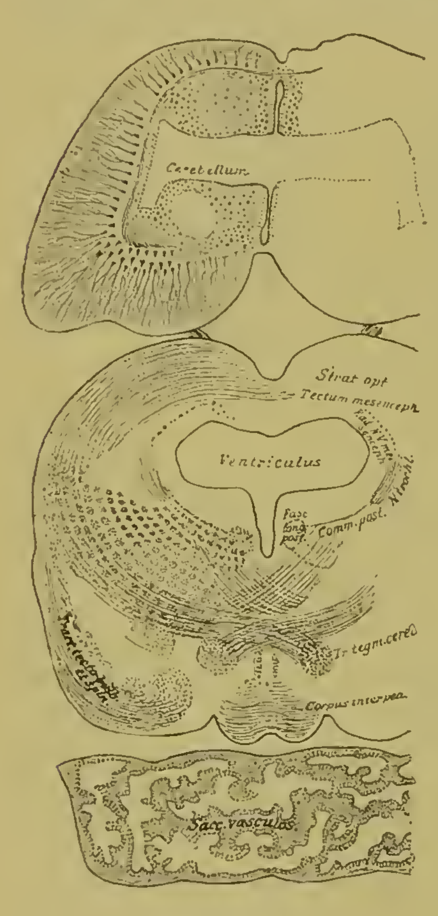


Fig. 74.

Frontalschnitt durch das Mittelhirn eines Haies, Scyllium canicula. 80 Cm. Körperlänge. Zeigt die Kreuzung der Bindearme, Tractus tegmento-cerebellares.

Das Cerebellum steht durch seine „Arme" in Verbindung mit anderen Hirntheilen. Die Faserbestandtheile der Arme sind zum grösseren Theile constant. Nur muss hier schon constatiert werden, dass bei den niederen Vertebraten einige Züge vorkommen, die bei den Säugern und Vögeln noch nicht aufgefunden sind und dass bei den Säugern eine Grosshirnverbindung vorhanden ist, welche bisher nur bei ihnen nachgewiesen werden konnte.

Am wenigsten nach ihrem wirklichen Ursprung bekannt, sind einige frontale Faserbahnen: Bei den Teleostiern, deren mächtiges Cerebellum auch gut erkennbare Zuzüge erhält, gelangen aus dem Zwischenhirn zwei Züge, ein feinfaseriger caudaler und ein starkfaseriger frontaler Zug, der erstere in das Cerebellum, der letztere in den als Valvula cerebelli bezeichneten Abschnitt unter dem Mittelhirndache. Tractus diencephalo-cerebellares. Diese Züge sind mit Sicherheit noch nicht bei anderen Thieren gefunden. Nur bei Scyllium kenne ich noch einen ungekreuzt zum basalen Thalamusgebiet (Regio mammillaris) verlaufenden

Faserzug. Ueberall vorhanden aber ist das Brachium conjunctivum anterius, der Bindearm zum Kleinhirn Tractus tegmento-cerebellaris. Das ist ein Faserzug aus einem Ganglion, welches am caudalen Ende der Zwischenhirnbasis in der Haube liegt. Nicht weit von seinem Ursprung kreuzt er mit dem von dem anderseitigen Ganglion kommenden Zuge. Die Kreuzung, welche bei allen Thieren in der Höhe der Oculomotoriuswurzeln nahe der Basis liegt, ist ein guter Orientirungspunkt bei hirnanatomischen Untersuchungen. Dann ziehen die Fasern dorsalwärts in das Cerebellum. Fig. 70, 74, 76.

Ausser den erwähnten Faserzügen treten bei den Fischen, den Amphibien und Reptilien noch andere ziemlich grosse Fasermassen am frontalen Ende des Cerebellum in dieses ein, kreuzen aber dicht vor dem Einsenken in die Cerebellarmasse. Diese Kreuzung liegt nicht ventral

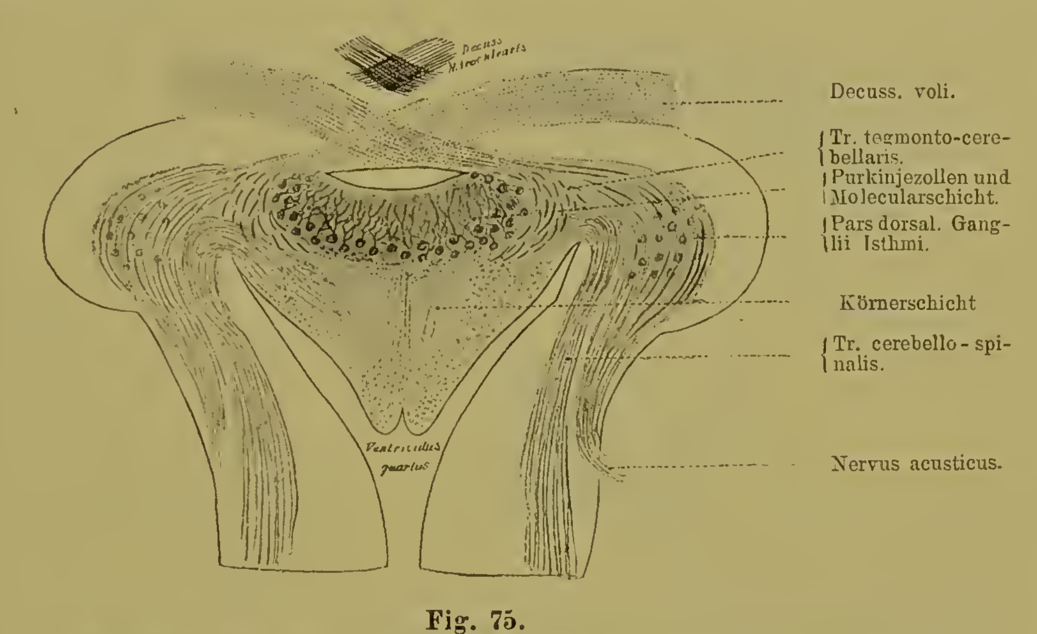


Fig. 75.
Horizontalschnitt durch Velum und Cerobellum einer grossen Eidechse, Lacerta muralis.

wie die eben erwähnte, sondern dorsal, in dem Velum, dicht vor (Selachier) oder hinter der Trochleariskreuzung, bei den Reptilien z. B. gut sichtbar. S. Fig. 75. Die Fasern dieser Decussatio veli stammen zu einem Theile aus dem Mittelhirn, zu einem grösseren aber aus der Gegend der Trigeminuskerne. Die näheren Verhältnisse dieser Decussatio veli sind noch zu ermitteln.

Im Bereiche der Decussatio veli geht auch ein Faserzug verloren, der aus dem Mittelhirndache stammend als Tractus tecto-cerebellaris (provisorisch) zu bezeichnen ist. Ich kenne ihn von den Knochenfischen, den Selachiern und Reptilien. Bei den Amphibien hat ihn Gaupp, bei den Vögeln Wallenberg gesehen.

Ausserordentlich gleichartig sind bei allen Vertebraten die spinalen Kleinhirnverbindungen, der caudale Kleinhirnarm. Hier begegnet man nämlich ständig jenem Faserzuge aus dem Rande der Seiten-

stränge, der, aus einem Endkerne der sensiblen Wurzeln stammend, Ihnen als Tractus cerebello-spinalis bekannt ist. Mit ihm verläuft noch der wahrscheinlich auch in den Seitensträngen endende Faserzug aus dem Deiter'schen Kerne im Acusticusgebiete. Wenigstens konnten Monakow bei Säugern und Brandis bei Vögeln eine von diesem Kerne aus absteigende Degeneration bekommen, wenn sie einen Kleinhirnarm durchtrennten. Die Fasern des Tractus cerebello-spinalis enden wahrscheinlich in Aufzweigungen gekreuzt und ungekreuzt in den dorsalen Ebenen des Cerebellum.

Bei den Knochenfischen, den Selachiern, den Reptilien und den Vögeln sehe ich, dass zu dem erwähnten Faserzuge sich innerhalb der Oblongata noch Zuzüge aus den Hinterstrangkernen und solche direct aus Hinterstrangfasern, gesellen. Die letzteren begeben sich aussen um die Oblongata herum ventralwärts, bis sie dem Zuge begegnen, und verschmelzen dann mit ihm. Fibrae arcuatae externae. Bei den Säugern ist das ganz ebenso. Bei diesen aber enthält der caudale Kleinhirnarm noch andere Verbindungen, namentlich den mächtigen Zuzug zu den Oliven, Tractus cerebello-olivaris, welcher bisher noch nicht bei anderen Klassen gefunden worden ist.

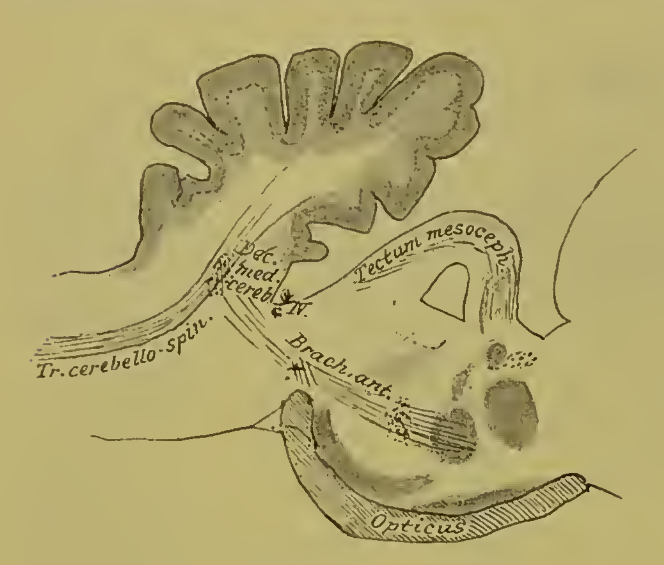


Fig. 76.

Sagittalschnitt, weit seitlich von der Medianlinie von einem Huhne 8 Tage nach dem Verlassen des Eies, wo nur ein Theil der Hirnfasern markhaltig ist. Zur Demonstration des Ursprungs und Verlaufes des Bindearmes zum Kleinhirne und des spinalen Kleinhirnarmes.

Da, wo der caudale Arm in das Cerebellum eintritt, ist eine der bisher noch am wenigsten geklärten Stellen des ganzen Nervensystemes. Gerade hier finden sich nämlich die Acusticusendkerne und einige noch ihrem Wesen nach völlig unbekannte Kerngruppen, die Fasern aufnehmen oder aussenden. Diese alle liegen medial von dem Arme, aber es gelangen ebenda auch noch die Tractus Vago- et Quinto-cerebellares herab in die Oblongata und Zuzüge zu dem Gleichgewichtsapparat, den man wohl in dem N. vestibularis und in der Oliva superior vermuthen darf.

Der mittlere Arm erreicht nur bei den Säugern, wo er mächtige Fasermassen aus Ganglien der Brücke hinauf in das Kleinhirn führt, eine besondere Mächtigkeit. Die Endstätte jener Fasern, die Rinde der Kleinhirnhemisphären, fehlt den anderen Thieren noch völlig, hier ist nur das Mittelstück der Wurm, entwickelt. Aber ein Faserzug, welcher bei den Säugern im mittleren Arme dahinzieht, ist auch bei den niederen

Vertebraten nachweisbar. Das ist ein Bündel, welches aus dem Kleinhirne ventral zieht, die Oblongata auf eine kurze Strecke an ihrem ventralen Rande umschlingt und sich eben, wo es an der Mittellinie angekommen ist, wieder aufwärts wendet, um nach Ansteigen innerhalb der Raphe schliesslich gekreuzt in den Seitentheilen der Oblongata weiterer Verfolgung verloren zu gehen. „Haubenbündel der Brücke.“ Tr. cerebello-tegmentalis pontis.

Das Verhalten der einzelnen Arme im Inneren des Cerebellums bedarf für die niederen Vertebraten noch überall der Aufklärung. Namentlich der Degenerationsmethode steht hier noch ein weites Feld offen. Die Erkenntniss am unversehrten Organe wird nicht zum mindesten noch durch den Umstand erschwert, dass einige Faserbahnen sich im Cerebellum kreuzen und zu noch wenig studirten grauen Massen gelangen. Bei den Teleostiern, deren mächtiges Kleinhirn ganz frei von Bahnen aus dem Vorderhirne ist, erkennt man einiges genauer als bei anderen Vertebraten. So namentlich, dass unter den Kreuzungsfasern die mächtigsten diejenigen sind, welche den Tractus nucleo-cerebellares des Vagus und des Trigeminus angehören, ausserdem solche aus dem Acusticusendgebiete. Ein grosser Theil dieser Kreuzungen liegt an der ventralen Seite des Kleinhirnes, dicht über dem Ventrikeldache Fig. 75. Dort findet man bei Teleostiern ganz frontal als guten, topisch immer festen Punkt, zunächst eine Kreuzung sehr dicker Markfasern. Sie stammen aus dem Nervus trochlearis, welcher überall in der Thierreihe hier auf der Grenze von Mittel- und Hinterhirn kreuzt. Dicht dahinter beginnen dann die ventralen Kleinhirnkreuzungen. Die frontalsten gehören den Tractus cerebello-nucleares des Quintus, die caudalsten denen des Acusticus an. Immerhin muss constatirt werden, dass die einzelnen Elemente der Decussatio cerebelli ventralis noch nicht genügend in ihrem Gesammtverhalten bekannt sind.



Fig. 77.
Aus der Kleinhirnrinde der Ellritze, Phoxinus laevis. *a* Purkinje'sche Zellen. *b* Zellen der Körnerschicht, von denen eine ihren Neurit hinauf in das Associationsnetz der Zona molecularis *c* sendet.

Es giebt auch dorsale Kreuzungen im Kleinhirne. Sie entstammen zum guten Theile den Tractus cerebello-spinales, wahrscheinlich aber auch den Eigenkernen des Organes. Fig. 68.

Innerhalb des Cerebellums giebt es überall Associationsbahnen. Die mächtigste existirt bei den Knochenfischen, wo ein starker Zug markhaltiger Fasern die caudalen Abschnitte mit den frontalen verbindet. Fig. 105. Ausserdem aber existiren immer noch zahlreiche, mehr oder weniger kurze Associationsbahnen, welche theils ventral von den Purkinje'schen Zellen in der Körnerschicht, theils dorsal von ihnen in der Molecularschicht verlaufen. Welche reichen Verbindungen noch durch die nicht markhaltigen Zellfortsätze möglich sind, das wollen Sie bei der Beschreibung des besser studirten Säugergehirnes nachsehen.

Fassen wir noch einmal kurz das Wichtigste über das Cerebellum zusammen, so erkennen wir, dass hier ein Organ vorliegt, in welches aus dem Zwischenhirne und dem Mittelhirne, aus der Oblongata und aus dem

Rückenmarke Faserbahnen eintreten, das bei Säugern auch indirect mit dem Vorderhirne verbunden ist. In dieses Organ gelangen auch Züge aus einigen grösseren sensorischen Hirnnerven, insbesondere auch solche aus dem statischen Nerven.

Innerhalb des Kleinhirnes ist nur eine sehr grosse Mannigfaltigkeit von Verknüpfungen möglich, theils durch die Faserzüge, theils durch zahlreiche hier liegende Zellcontacte.

Es ist sehr wohl möglich, dass in dieser Mannigfaltigkeit der Verknüpfungsmöglichkeiten von Faserbahnen aus fast allen Hirntheilen die Unterlage für die coordinirende und den Tonus der Bewegungen erhaltende Thätigkeit gegeben ist, welche man nach physiologischen Versuchen dem Cerebellum zuschreiben muss.

Der Verlust des Cerebellums hat bei den niederen Vertebraten, soweit wir bisher wissen, keine das Leben wesentlich störende Bedeutung. Es scheint, dass ein Theil der von ihm ausgeübten Functionen entbehrt, ein anderer von anderen Hirntheilen irgendwie ersetzt werden kann. Auch die minimale Ausbildung des ganzen Organes bei den kriechenden Thieren weist darauf hin, dass es im Wesentlichen nur Functionen hat, die irgendwie mit der Locomotion zusammenhängen.

Das Kleinhirn besitzt zwar Verbindungen mit vielen Hirntheilen, es wird aber von keinem einzigen Faserzuge durchquert, welcher aus tieferen zu höheren Centren aufstiege. Diese Bahnen bleiben alle in der Basis des Nachhirnes, in der Oblongata. Von da ziehen sie frontalwärts nach der Mittelhirnbasis.

Die nächste Vorlesung wird Sie mit dem Mittelhirne bekannt machen. Mit dem Kleinhirne hängt dieser überaus wichtige Hirntheil durch das Velum medullare anterius zusammen, welches den Uebergang vom Nachhirndache zum Mittelhirndache hergestellt. Das Velum ist meist nur ganz kurz, ja bei den Amphibien und Reptilien kaum nachweisbar, bei den Knochenfischen aber bildet es eine lang ausgezogene, sehr dünne Platte Fig. 105, weil dort das Kleinhirn unter das Mittelhirndach sich eingestülpt hat. Mitten im Velum anterius liegt immer die starkfaserige Kreuzung des Nervus trochlearis dicht vor dem Cerebellum. Fig. 75.

Zehnte Vorlesung.

Das Mittelhirn.

Es giebt keinen Theil des Gehirnes, in den so mächtige Faserzüge einstrahlen — keinen, aus dem so viele Bahnen weithin durch das Nervensystem dahinziehen, und keinen, innerhalb dessen so reiche Verknüpfungen zwischen rechter und linker Seite gegeben sind, wie das Mittelhirn der niederen Vertebraten. Erst wenn das Vorderhirn bei den Säugern sich zu dem mächtigen Organe entwickelt, welches dieser Klasse allein eigen

ist, tritt ein Hirntheil in Erscheinung, welcher noch ausgedehntere Verbindungen und noch gewaltigere Commissurenbahnen enthält. Bis zu den Säugern aber enthält das Mittelhirn jedenfalls den mächtigsten und complicirtesten Mechanismus, den irgend ein Hirntheil bietet.

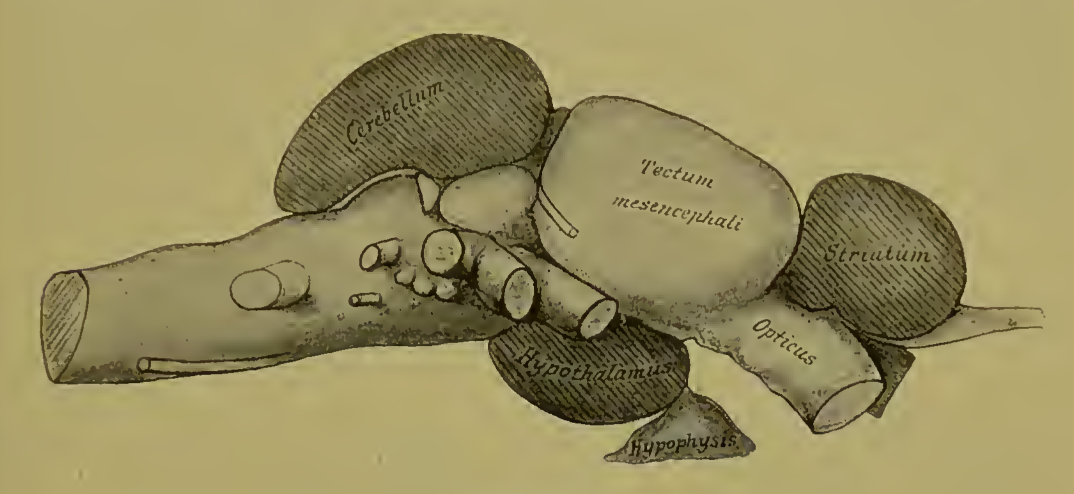


Fig. 78.
Gehirn des Schellfisches, Gadus aeglifinus.

Schon die äussere Erscheinung lässt die Bedeutung ahnen. Ich gebe hier die Abbildung des Schellfischgehirnes noch einmal wieder, die ich früher demonstrirt habe. Sie erkennen sofort, dass der als Mesencephalon bezeichnete Abschnitt enorm gross ist, und dass nur die Oblongata, welche



Fig. 79.
Lateral liegender Sagittalschnitt durch das Gehirn des Axolotl, der Amblystoma-Larve von Siredon.

alle die gewaltigen Hirnnerven des Fisches aufzunehmen hat, ihn an Ausdehnung erreicht. Das Vorderhirn, ja das bei den Knochenfischen doch immer ungewöhnlich grosse Kleinhirn kommen neben diesen zwei Hirnabschnitten gar nicht oder nur unbedeutend in Betracht.

Bei der Beschreibung des Mittelhirnes unterscheidet man zweckmässig sogleich den Dachabschnitt, Tectum, von dem basalen Abschnitte. Das Dach weist das ganze Thierreich hindurch weniger Veränderungen auf, als irgend ein anderer Hirntheil. Nur die relative Grösse wechselt, und wer nur die kleinen Vierhügel des Menschen kennt, wird erstaunt sein, wenn er die ungeheueren Lobi optici eines Fisches oder eines Vogels sieht. Aber der feinere Bau ist immer der gleiche: in den dorsalen Schichten der durch eine sagittale Furche etwas von oben her eingedrückten Halbkugel endet immer der Sehnerv, aus den ventralen entspringt ein sensibles

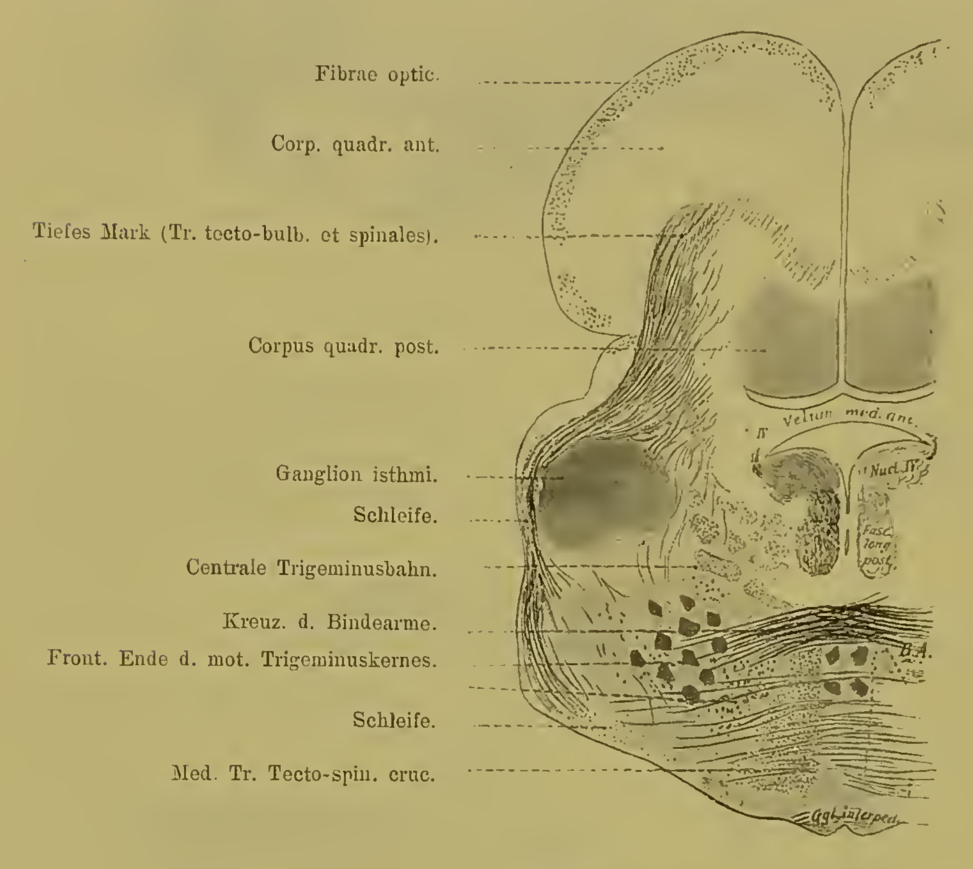


Fig. 80.
Frontalschnitt durch den caudalsten Abschnitt des Mittelhirnes. Eidechse, Lacerta.

Fasersystem, das tiefe Mark, das u. a. die Ihnen nun bekannten Tractus tecto-spinales und tecto-bulbares enthält.

Das ist sehr schön an einem Sagittalschnitte durch das Gehirn einer Amphibienlarve zu sehen, weil hier kaum etwas Anderes als jene beiden Züge im Mittelhirne markhaltig ist. Figur 84.

Das Mittelhirndach ist bei den Fischen und Vögeln namentlich desshalb so enorm gross, weil es einem so ungewöhnlich mächtigen Opticus Ursprung zu geben hat; bei den Amphibien und bei den Reptilien ist es immer noch relativ grösser als bei den Selachiern und bei den Säugern. Dementsprechend ist der Ventrikel des Mittelhirnes bei den erstgenannten Thieren ein sehr weiter. Fig. 83, während er bei den Selachiern und den

Säugern auf einen Spalt — Aquaeductus Sylvii — sich beschränkt. Die Ausdehnung des Daches bei den Vögeln und bei den Knochenfischen hat noch dazu geführt, dass es seitlich beiderseits die Mittelhirnbasis umfasst, über sie herabhängt. Siehe Figur 102. Auf Frontalschnitten sieht man desshalb die Dachformation diejenige der Basis aussen umfassen. Legt man ein Vogel- oder Fischgehirn mit der Basis nach oben, so sieht man beiderseits die Optici aus mächtigen weissen Höckern entspringen, die trotzdem sie an die Basis herabreichen, ja über sie hinausragen, nichts anderes sind, als das stark entwickelte Mittelhirndach.



Fig. 81.

Zur Erläuterung des feinen Baues des Mittelhirndaches. 2 Figuren von Pedro Ramon y Cajal neben einander gestellt, so dass ein Vergleich der Schichten möglich ist. Sagitalschnitte. Rechts — vom Frosche. Man sieht die eintretenden und zu Pinseln in verschiedenen Schichten aufzweigenden Opticusfasern. Die Schnittrichtung entspricht der in Fig. 79 von der Amphibienlarve gegebenen. Links — aus dem Mittelhirndache der Eidechse, zur Demonstration der Zellen. Die beiden Figuren sind hier absichtlich neben einander gestellt und an den Randpartieen — aus didaktischen Gründen = auf einander stimmend gemacht.

Das Tectum mesencephali ist im wesentlichen Ursprungs- und Endganglion für die beiden erwähnten Faserarten, ausserdem für eine grosse Anzahl von intratectalen Associationsbahnen. Es nimmt aber auch einen Zuzug aus dem Thalamus auf, ja bei Vögeln und Säugern noch einen ebensolchen aus dem Grosshirne. Wir werden nachher dieser Dinge näher zu gedenken haben.

Im caudalen Theile des Mittelhirndaches liegt bei allen Thieren ein eigener Kern, aus dem Fasern sich dem tiefen Marke zugesellen, das Corpus quadrigeminum posterius. Fig. 80. Bei den Säugern, wo der vordere Theil des Daches relativ klein bleibt, erreicht dieser „hintere Vierhügel“ fast die Grösse des vorderen.

Ebenso liegt im frontalsten Abschnitte des Daches beiderseits von der Mittellinie ein schön abgegrenzter, rundlicher Kern eingebettet, der bisher nur bei den niederen Vertebraten gefunden wurde, und dessen Nachweis für die Säuger noch aussteht, der Nucleus praetectalis.

Die Basis des Mittelhirnes wird gebildet von den Fasermassen, welche aus dem Vorderhirne und dem Zwischenhirne dorthin und weiter hinab ziehen; dann gelangen in dieselbe die Fasern, welche im Dache entspringen, und es wird schliesslich daselbst eine Anzahl Kerne gefunden, aus denen Züge stammen, welche theils sich ins Kleinhirn begeben, theils als periphere Nerven (Oculomotorius, Trochlearis) an die Hirnoberfläche heraustreten. Siehe Fig. 83.

Vor dem Mittelhirndache hinweg zieht von der einen zur anderen Seite des Gehirnes eine mächtige Commissur, die Commissura posterior cerebri. Sie liegt in der Dachplatte selbst und grenzt frontalwärts an die caudale Wand der Epiphyse. Siehe Fig. 22 und Fig. 105.

Der feinere Bau des Mittelhirndaches ist erst genauer bekannt, seit es durch R. y Cajal, durch Fusari und besonders durch v. Gehuchten und P. R. y Cajal bei Vertretern der verschiedensten Wirbelthierklassen untersucht worden ist. Da hat sich herausgestellt, dass die verschiedenen Schichten, in welche sich bei allen Thieren die Dachplatte auflösen lässt, auf relativ einfach durchsichtige Weise zu Stande kommen. Es münden immer in die äusserste Schicht mit zahllosen feinen Endpinseln die Fasern des Sehnerven und auch in einigen tieferen Schichten verbreiten sich noch solche Endpinsel. Dort treffen alle massenhaft auf Dendriten von Zellen, die in mehreren Höhen angeordnet daliegen. Eine kleine Anzahl solcher Zellen scheint Fasern hinab in die Sehnerven selbst zu senden, die Mehrzahl aber, ganz besonders eine lange Schicht sehr grosser Zellen, entsendet ihre Axencylinder in die Tiefe, ventrikelwärts, und hier bilden sie dann die Schicht des tiefen Markes. In diese Schicht treten aber auch, ganz wie in die Opticusschicht, zahlreiche Fasern ein. Sie kommen von anderen Endstätten her. Durch diesen Aufbau ist eine ausserordentlich reiche Gelegenheit zur Uebertragung von Lichteindrücken auf die allgemeine Gefülsbahn gegeben. Denn das tiefe Mark steht, soweit heute bekannt, nur mit Endpunkten anderer sensibler Nerven in Verbindung. Fig. 81.

Wollen Sie nun einmal einen Blick auf Fig. 79 u. 86 werfen. Da erkennen Sie, wie am caudalen Ende des Mittelhirnes der in früheren Vorlesungen als Schleifenfaserung bezeichnete Complex der Tractus tecto-spinales und tecto-bulbares dicht vor dem Cerebellum sich hinauf in das Mittelhirn begiebt und da in die Schicht des tiefen Markes eintritt. So haben wir wieder den Anschluss an ein Ihnen bekanntes Bündel gefunden und können nun den übrigen Zügen aus dem gleichen Systeme unsere Aufmerksamkeit schenken.

Es ist natürlich nicht ganz leicht, in all dem Faserwerke, welches den ventralen Abschnitt des Mittelhirndachs erfüllt, klar die Einzelbezieh-

augen zu erkennen. Ganz unmöglich aber scheint es, diese Aufgabe an erwachsenen Thieren zu lösen. Da bieten sich nun als willkommenes, höchst einfaches Object die Larven der Amphibien und die Embryonen der Reptilien und Vögel. Hier entwickelt sich nämlich vor allen anderen Fasersystemen des Mittelhirnes, also namentlich auch vor dem Opticus, das System des tiefen Markes. Es hat Markscheiden in einer Periode, wo — ausser etwa den Kernen der Hirnnerven und dem hinteren Längsbündel — in jener Gegend kein anderes System markhaltig ist. Geht man bei der Betrachtung eines Frontalschnittes hier von dem Ventrikelepithel nach aussen, so gelangt man erst zu einer Schicht lockeren, zellarmen Gewebes, dem Ependym, dann zu einer solchen mit grossen Ganglienzellen und über ihr in die einzige markhaltige Schicht der Dachplatte, in die Schicht des tiefen Markes; weiter darüber hinaus erkennt man nur noch Zellen und marklose dünne Fäserchen. Es lässt sich nun leicht erkennen, was aus diesem Marke wird, Fig. 82. Ein Theil gelangt direct an der Seite des Mittelhirnes herab zur Hirnbasis und zieht da caudalwärts, ein zweiter geht den gleichen Weg, kreuzt aber erst die Mittellinie, ehe er sich abwärts wendet. Diese Kreuzung heisst bei älteren Autoren Commissura ansulata. Diese beiden Theile zusammen stellen die laterale Abtheilung des tiefen Markes dar. Es giebt aber auch eine mediale. Die zu innerst, dem Ventrikel zunächst liegenden Fasern wenden sich nämlich nicht an die Hirnbasis. Sie ziehen eine Strecke der Ventrikelwand parallel und spalten sich dann, ganz wie die laterale Abtheilung in einen Theil zur gleichen und einen solchen zur gekreuzten Seite. Der Theil, welcher gleichseitig bleibt, endet zum guten Theile in einem Ganglion, dem Ganglion laterale Mesencephali, der gekreuzte andere Abschnitt umfasst den Ventrikelboden, der hier immer eine schmale Spalte nur bildet, und formirt unter ihm in schön geschwungenen Linien die „Haubenkreuzung". Nachher zieht er dicht an der Mittellinie, ventral von den Fasern des hinteren Längsbündels, siehe Fig. 110, caudalwärts.



Fig. 82.
Der Verlauf der Faserung aus dem tiefen Marke. Schema.

Das alles sind also Bündel, welche das tiefe Mittelhirndach mit weiter caudal liegenden Abschnitten verbinden. Sie enden wohl zumeist in der Oblongata, in den Hinterstrangkernen und in dem Rückenmarkgrau. Tractus tecto-spinales et tecto-bulbares.

Bei erwachsenen Thieren wird das Mark des Mittelhirnes am besten da studirt, wo es besonders gut entwickelt ist, bei den Vögeln oder bei den Fischen. Es gewähren jedoch die Knochenfische noch den besonderen Vortheil, dass die Gegenden, in welche sich das Mark begiebt, relativ

einfach gebaut sind, so dass eine Verfolgung möglich wird. Hat man aber einmal die Verhältnisse bei den Knochenfischen richtig erkannt, dann findet man sie leicht überall bis hinauf zu den Säugern wieder.

Auf der Abbildung Fig. 83 finden Sie leicht einige der vorhin angegebenen Züge wieder. Nur die Kreuzung der medialen Abtheilung ist nicht sofort zu erkennen. Bei der enormen Ausdehnung des Daches, welche bei den Knochenfischen eingetreten ist, haben diese Fasern eine andere Lagerung bekommen. Sie liegen jetzt direct der Kreuzung auf, welche die laterale Abtheilung des Markes macht, und vergrössern so die Commissura ansulata. Auf Horizontalschnitten kann man bei den Fischen sehr gut die beiden Abschnitte der Commissur trennen. Fig. 110.

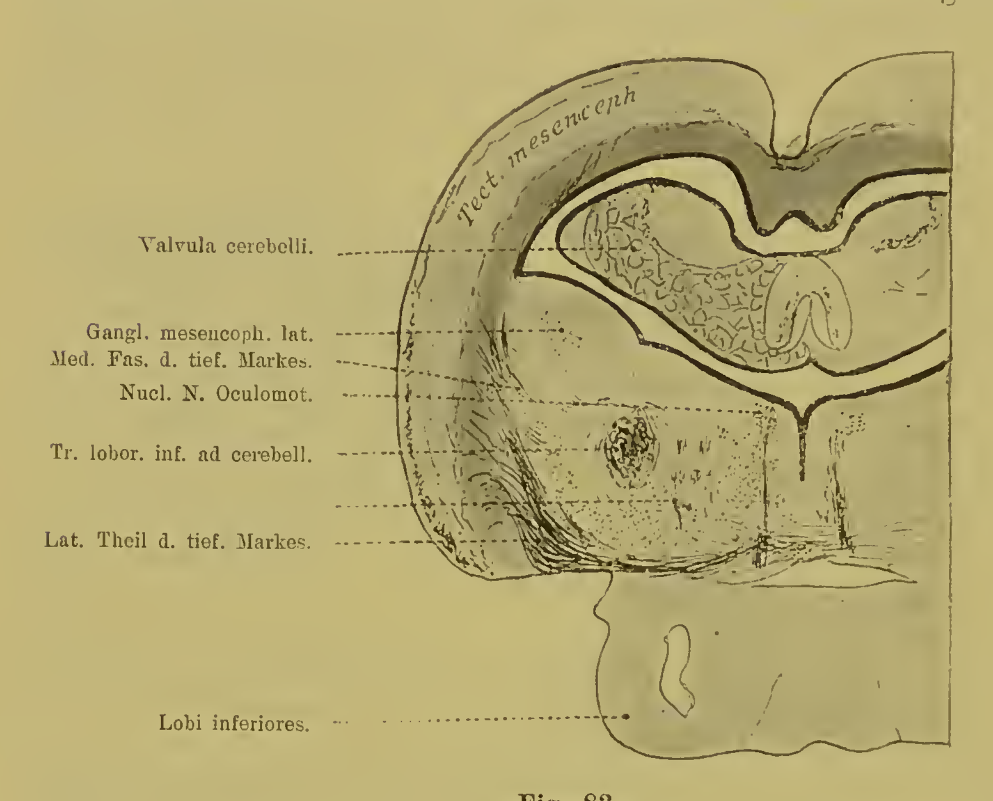


Fig. 83.
Frontalschnitt durch das Mittelhirn eines Knochenfisches, Rhodeus amarus.

Das Mark aus dem Dache erfüllt also einen guten Theil der Fusspartie der basalen Mittelhirnabtheilung, umgreift und durchflechtet sie. Dieser vielen Querfasern wegen ist die Mittelhirnbasis auch schon als Pars commissuralis bezeichnet worden.

Das Mittelhirndach giebt in den gleichen Schichten aber noch einem anderen Systeme Ursprung. Es sind das Fasern, welche, in ihrer Gesammtheit viel mächtiger als die erwähnten Antheile, überall im ganzen Bereiche des Daches in coronaler Richtung von der rechten zur linken Seite ziehen. Durch diese Fasern wird in der Mittellinie die Dachkreuzung des Mesencephalon gebildet. Lamina commissuralis Mesencephali. Diese Kreuzung ist ungemein constant und von Petromyzon bis zum Menschen ganz gleich vorhanden. Auf Figur 71 ist sie gut sichtbar.

Sie schliesst sich vorn ganz direct an die Querfasern an, welche als Commissura posterior am frontalen Ende des Mittelhirndaches einherziehen, Fig. 84, aber durch das dünnere Faserkaliber und die etwas dorsalere Lage sind ihre Züge immer wohl von der hinteren Commissur zu scheiden.

Der Sehnerv entspringt bei allen niederen Vertebraten vornehmlich aus dem Mittelhirndache. Fig. 79 und 85 geben Ihnen ein gutes Bild von diesem Ursprunge. Nur bei den höheren Säugern scheint, soweit Degenerationsversuche vorliegen, die Opticusendigung in den Ganglien des Thalamus, die bei den niederen Vertebraten ganz unbedeutend ist, eine grössere Rolle zu spielen. Das Mittelhirndach ist ein Kugelabschnitt. An diesen tritt nun von unten aussen her, aus dem Chiasma kommend, der Opticus heran und umgreift die ganze Masse mit mannigfaltigen Zügen. Die Mehrzahl derselben geräth auf die Oberfläche; gleich wie die Finger einer leicht gekrümmten Hand umfassen sie die Kugelschale, aber eine kleinere Anzahl von Bündeln, namentlich solche, welche für caudaler liegende

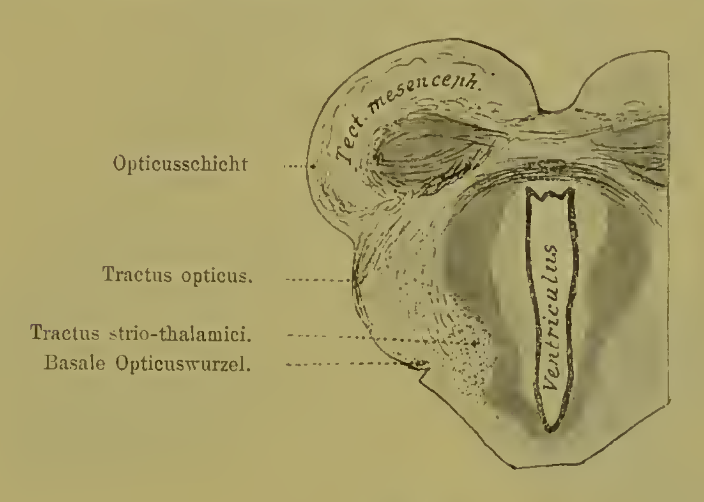


Fig. 84.
Frontalschnitt durch das Mittelhirn der Kröte, Bufo cin.

Dachabschnitte bestimmt sind, tritt dicht vor dem Mittelhirndache in die Tiefe und sucht ihren Endpunkt zu erreichen, indem sie die Basis des Mittelhirndaches durchbricht, also gewissermassen unter demselben einherzieht. Namentlich einige mediale und einige laterale Opticuswurzeln gehen diesen Weg.

Man hat diese einzelnen Bündel als verschiedene „Wurzeln" beschrieben, als eine laterale, eine mediale etc., aber es hat wenig Zweck, solche Unterscheidungen zu machen, da eben doch alle, wenn auch auf verschiedenen Wegen, dem gleichen Ende zuziehen.

Nur zwei Bündel muss man ausserdem abscheiden. Das eine ist ein ganz medial am Sehnerven liegendes, welches nachher auch im Mittelhirndache beiderseits neben der Mittellinie liegen bleibt, um schliesslich nicht im Mittelhirne sondern in der Gegend des Ganglion isthmi zu enden (Vögel, Perlia, Wallenberg), und ein zweites, das ganz lateral und ventral im Sehnerven liegt. Es kann bei allen Thieren — für die Säuger ist mir der Nachweis noch

nicht geglückt — vom Chiasma an rückwärts verfolgt werden bis an ein Ganglion an der Zwischenhirnbasis, das Corpus ectomamillare. Ob es sich hier um ein echtes Schnervenbündel handelt, um eine basale Opticuswurzel, das vermag erst die Degenerationsmethode zu entscheiden. Siehe das Schema Fig. 112.

Da der Tractus opticus an das frontale Ende des Mittelhirnes herantritt, so wird man ihm schon an sehr weit vorn liegenden Schnitten begegnen. Einen solchen von Rhodeus, einem Knochenfische, stellt Fig. 85 dar.

Das Tectum mesencephali steht durch einen mächtigen Faserzug, den Tractus tecto-thalamicus, bei allen niederen Vertebraten in inniger Verbindung mit einem grossen Kerne des Zwischenhirnes. Der Zug ist so mächtig, dass er zweifellos auch noch bei den Säugern gefunden werden wird. Er löst sich zwischen den Dachschichten auf. Auch eine Vorderhirnverbindung besteht, bei den Reptilien mit grosser Wahrscheinlichkeit, bei den Vögeln und Säugern aber völlig sicher. Ihrer werden wir später zu gedenken haben.



Fig. 85.

Frontalschnitt von Rhodeus amarus, durch die Gegend des Chiasma. Man sieht den Opticus die frontale Seite des Tectum mesencephali überziehen. Die Hirntheile in der Mitte gehören dem Zwischenhirne an.

Mit der Schilderung des tiefen Markes, der Decussation und der Opticusfaserung, ist aber noch nicht das erschöpft, was wir über die Bestandtheile des Mittelhirndaches wissen. Nur das wichtigste sollte hier mitgetheilt werden. Es liegen da noch mehrere Faserarten und Kerne, von denen ich nur einen, weil er bei der Untersuchung der niederen Vertebratengehirne besonders hervortritt, nennen will, den grosszelligen Dachkern. Es handelt sich um einen im periventriculären Grau beiderseits von der Mittellinie, dieser dicht benachbart liegenden Kern ganz mächtiger Zellen, der nicht die ganze Dachlänge einnimmt. Bei den Säugern ist er nicht vorhanden, dort aber begegnet man seitlich vom Aquaeducte einer Ansammlung ganz der gleichen Zellen, von denen durch Degeneration festgestellt ist, dass sie der Trigeminusfaserung angehören, Radix mesencephalica Nervi V. Es ist wahrscheinlich, aber nicht bewiesen, dass es sich hier um den nach der Tiefe verschobenen Dachkern handelt.

Die Basis des Mittelhirnes ist ausgezeichnet durch die zahlreichen Kreuzungen, die in ihr liegen — wir haben ja schon einige solcher Kreuzungen anlässlich der Betrachtung der Faserung aus dem Marke des Daches besprochen, dann dadurch, dass in ihr einige wichtige Bündel

aus dem Zwischenhirne caudalwärts dahinziehen, und schliesslich durch das Vorhandensein einiger Eigenkerne.

Bei den Vögeln und den Fischen, wo sie wegen des grossen Daches breit auseinander gezogen ist, wo auch der Ventrikel einen nicht unerheblichen Theil berührt, ist sie besonders gut zu studiren. Man erkennt da zunächst, dass das centrale Grau, welches überall den Ventrikel einfasst, natürlich auch die Seite der Mittelhirnbasis überzieht, welche ventrikelwärts liegt. In diesem Grau, also im dorsalsten Abschnitte der Mittelhirnbasis, liegen mehrere wichtige Kerne. Immer nachweisbar ist, ganz medial, beiderseits von der Mittellinie, eine Anzahl kleiner Zellhäufchen, welche ventralwärts die Fasern des Nervus oculomotorius entsenden. Siehe Fig. 83 u. 87. Diese treten an der Hirnbasis immer an



Fig. 86.

Sagittalschnitt durch ein Eidechsengehirn. Zur Demonstration der Lage des Nucleus lat. Mesencephali. Der gleiche Schnitt zeigt gut die verschiedenen Opticusendzüge und den Verlauf der Fasern aus dem tiefen Marke in die Schleife — Tractus tecto-bulbares et spinales.

gleicher Stelle als zwei schon bei den niedersten Vertebraten nicht unbeträchtliche Nerven ab, um sich dann vorwärts, der Augenhöhle zu, zu wenden. Dicht caudal von den Oculomotoriuskernen findet man Zellanhäufungen, Fig. 80, denen der Trochlearis entstammt. Der Nerv kreuzt bei allen bis heute untersuchten Thieren im Velum medullare posticum zur anderen Seite hinüber, Fig. 75. Um diese dorsal gelegene Kreuzung zu erreichen, müssen seine Fasern gleich nach dem Ursprunge etwas rückwärts ziehen und sich dann dorsal wenden. Der also ganz dorsal abgehende Nerv erscheint dann immer in dem engen Spalte, der zwichen Mittelhirndach und Cerebellum bleibt. Siehe Fig. 71 und Fig. 225.

Lateral vom Kerngebiete dieser Nerven liegt mitten im centralen Grau ein mächtiger Kern, der Nucleus lateralis Mesencephali.

Das dünne, von einem feinen Nervennetze erfüllte Grau um den Aquaeduct, welches die Säuger besitzen, lässt kaum vermuthen, welch mächtige Anordnung hier in Rückbildung noch vorliegt. Präparirt man am Gehirne eines Knochenfisches das Mittelhirndach ab, so erblickt man unter demdelben zunächst den hierher eingestülpten Theil des Cerebellums als mächtigen, median getheilten Wulst, siehe z. B. Fig. 83. Lateral von diesem

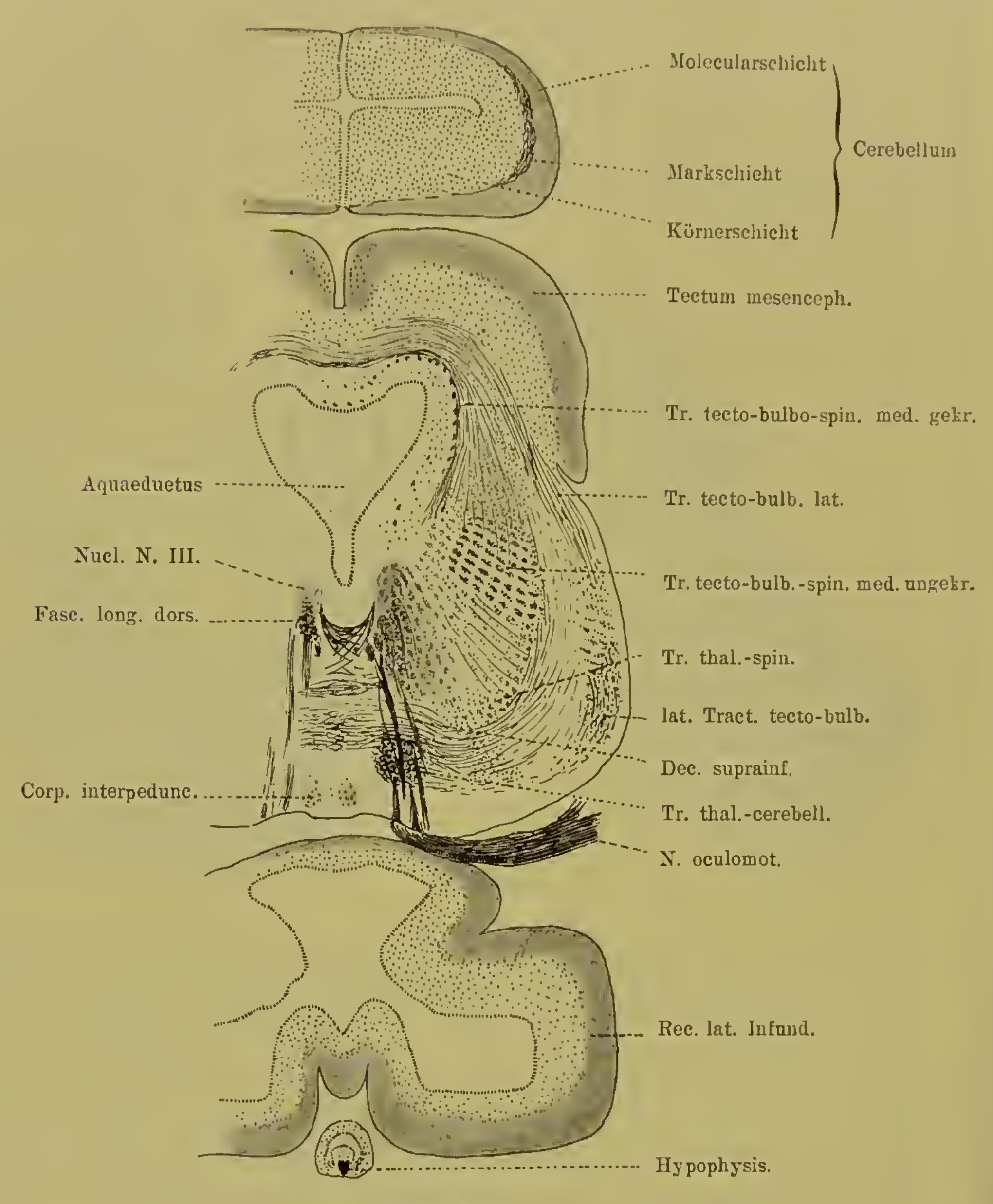


Fig. 87.

Schnitt durch den Oculomotoriuskern von Scyllium canicula.

aber trifft man jederseits auf eine längliche, etwas gekrümmte Hervorragung, die nicht wie das Cerebellum vom Mittelhirnboden abgehoben werden kann, diesem vielmehr selbst angehört. Der Wulst war schon den alten Anatomen bekannt und ist von ihnen als Torus semicircularis bezeichnet worden. Es entsteht der Torus durch Einlagerung des erwähnten, bei Fischen ganz besonders mächtigen lateralen Mittelhirnkernes in

den lateralen Theil des centralen Mittelhirngraues. Der gleiche Kern ist auch bei den Vögeln noch nachweisbar, Fig. 88, wenn schon er da nicht mehr die relative Grösse erreicht, die er bei den Knochenfischen hatte. Bei den Selachiern ist mir sein Vorkommen noch zweifelhaft, aber bei den Reptilien ist er deutlich und bei den Amphibien wenigstens durch die Lagebeziehungen zu erkennen. In dem Nucleus lateralis mesencephali endet immer ein sehr mächtiger Faserzug, das laterale Längsbündel. Es ist durch die Oblongata hindurch zu verfolgen bis in das Gebiet, wo der Acusticus mündet, zu dessen Apparat es vielleicht gehört (Wallenberg).

Zu den Eigenganglien des Zwischenhirnes müssen dann noch zwei nicht scharf nach aussen abgegrenzte Zellhaufen gerechnet werden; ein

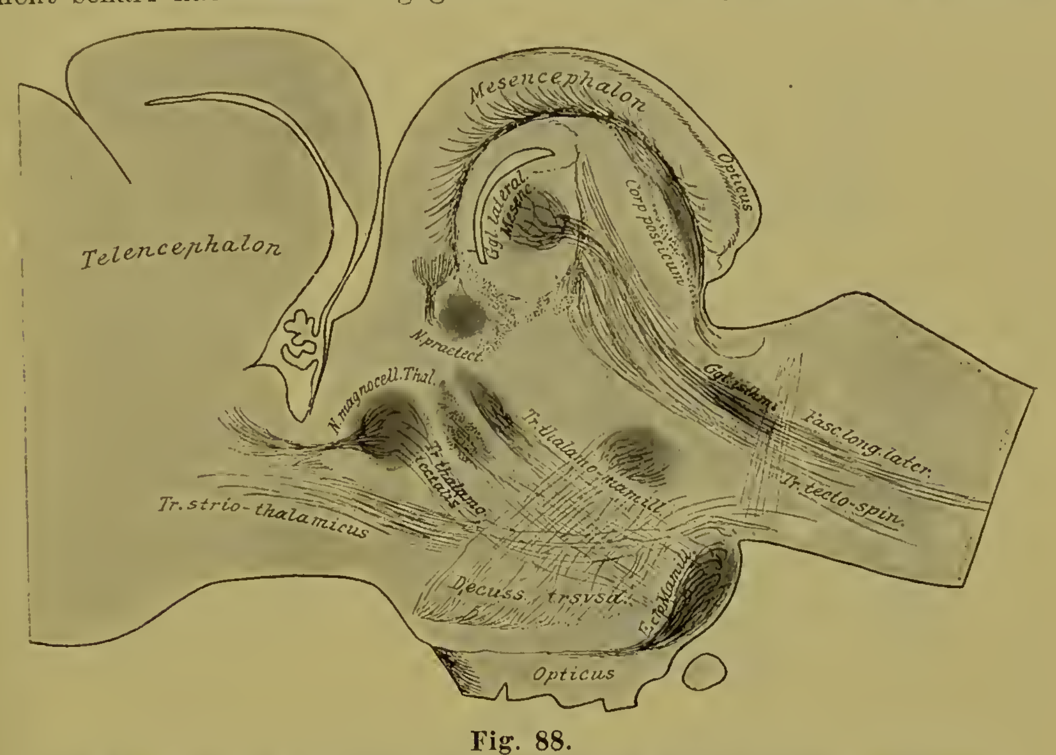


Fig. 88.

Huhn, 8 Tage nach dem Verlassen des Eies. Noch nicht alle Fasern markhaltig. Sagittalschnitt. Zur Demonstration des Ursprunges des Fasc. long. lateralis.

in den lateralen Abschnitten der Basis liegender und ein dicht an der Mittellinie nachweisbarer. In beide gehen Abtheilungen des tiefen Markes, in den lateralen die ungekreuzten, in den medialen die gekreuzten Fasern der medialen Abtheilung des Markes. Man kann die Kerne als lateralen und medialen tiefen Mittelhirnkern bezeichnen. Fig. 89.

Dass ein Theil der Längsfasersysteme in der Mittelhirnbasis dem Thalamus entstammt, Fig. 86, wurde schon oben erwähnt. Einige der hier liegenden Bündel aber verdienen besondere Würdigung, jetzt schon, ehe wir den Thalamus betrachten, weil sie längst gut studirt, dem Markweiss der Basis sein Characteristicum geben. Das erste ist der Fasciculus longitudinalis posterior, oder dorsalis. Das ist eigentlich kein einheitliches Bündel, sondern ein langes zusammengesetztes System

von Fasern, welches Bahnen aus der Thalamusgegend und dem Mittelhirn weit hinab bis zum Rückenmark führt und unterwegs nicht nur vielfach neue Zuzüge aufnimmt, sondern auch überall, besonders an die Kerne der Hirnnerven Collateralen abgiebt.

Die frontalsten Züge stammen zweifellos aus einer dünnen Commissur am caudalen Ende der Thalamusbasis. Von da erheben sich die Bündelchen dorsalwärts, um ganz nahe der Medianlinie unter dem centralen Grau am Boden des Aquaeductanfanges rückwärts zu biegen. Hier aber gesellen sich ihnen mächtige Fasermassen bei, die alle aus einem grossen Kerne stammen, der vorn im Haubenwulste liegend bis in den Thalamus hineinragt. Caudal stösst er direct an den Kern des Nervus oculomotorius. Dieser Kern giebt aber nicht nur zum dorsalen Längsbündel seine Fasern

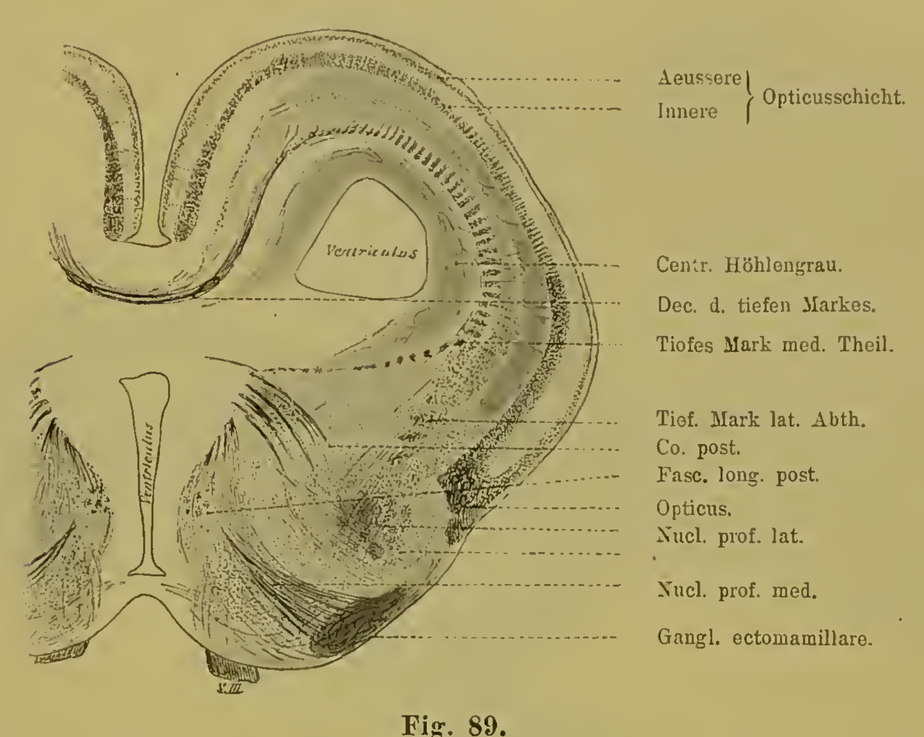


Fig. 89.
Frontalschnitt durch das Mittelhirn von Lacerta.

ab, man erkennt, dass ebenda auch die Mehrzahl der Fasern der Commissura posterior auftauchen. Je eingehender ich diese Stelle untersuchte, um so wahrscheinlicher ist es mir geworden, dass beide Systeme aus dem gleichen Kerne stammen, dass die Fasern sich bald nach dem Ursprunge unter Theilung trennen, wo dann die einen in der Commissur hinüber zur anderen Seite, die anderen im Längsbündel caudalwärts ziehen. Man hat behauptet, dass dem Bündel im Bereiche des Oculomotoriuskernes neue Fasern zuwachsen. In der That nimmt es da an Stärke zu. Es ist aber möglich, dass es sich nur um Neuzutreten von Fasern aus jenem Kerne handelt, welcher dem Oculomotoriuskerne ja dicht anliegt. Sehr wahrscheinlich ist als Ursprunggebiet noch ein Kern in den medialen Abschnitten des ventralen Thalamus. Alle diese Fasern also ziehen vereint dicht unter dem Ventrikelgrau rückwärts. Es lässt sich ihr Zug bis in die Ventralstränge des Rücken-

markes verfolgen. Nach S. Ramon y Cajal verläuft im dorsalen Längsbündel auch ein Faserzug aus dem Deiters'schen Kerne des Cerebellum hirnwärts.

Gleich dem dorsalen Längsbündel ist die Commissura posterior bei allen Vertebraten vorhanden. Ihre immer markhaltigen dicken Fasern treten dicht vor dem Mittelhirndache, in einer frontalwärts von diesem ausgehenden Platte. Fig. 92, von der einen zu der anderen Seite. Die caudalsten Fasern liegen nicht mehr in der Platte, sondern schon im Mittelhirndache selbst, wo sie an die feineren Fasern der Dachkreuzung des tiefen Markes angrenzen. Ob der Ursprung der Commissurfasern aus Theilungen des dorsalen Längsbündels die Beziehungen der beiden Fasersysteme erschöpft, ob namentlich nicht etwa in jener Commissur Fasern des einen Längsbündels zum Kerne des anderen kreuzen, das ist noch zu ermitteln.

Die Fasern der Commissura posterior treten beiderseits seitlich in das Grenzgebiet von Mittelhirn und Thalamus und gehen da der Verfolgung verloren. Ob sie in dem dort liegenden linsenförmigen Kerne des Mittelhirnes — aufgefunden bei Teleostiern, Reptilien und Vögeln — enden, wie es wahrscheinlich ist, das wäre noch degenerativ zu ermitteln. Dieser linsenförmige Kern besteht bei den Vögeln aus zwei durch ihre Zellart scharf unterschiedenen Abschnitten. Er liegt etwa im Niveau von Frontalschnitten durch die Commissura posterior, relativ weit lateral, dicht ventral vom Anfange des Dachgraues, und erstreckt sich von da aus durch mehr als die Hälfte der Mittelhirnlänge caudalwärts.

Die Mittelhirnbasis wird, wie Sie vorhin sahen, von zahlreichen Bogenfasern durchzogen, welche aus dem Dache stammend in der Raphe kreuzen. Die Mehrzahl gehört den einzelnen Systemen des tiefen Markes an, aber es giebt auch noch andere Fasersysteme ähnlichen Verlaufes hier. In den caudaleren Abschnitten, etwa im Bereiche der Oculomotoriuswurzeln begegnet man immer einer mehr oder minder mächtigen Kreuzung von solchen Bogenfasern, die nicht zum Mittelhirndache, sondern zum Kleinhirn sich jederseits dorsalwärts begeben. Fig. 80. Diese Fasern gehören dem Tractus thalamo-cerebellaris, dem Bindearm zum Kleinhirne an. Sie stammen aus einem kleinen Kerne des ventro-caudalen Thalamusabschnittes, dem Nucleus tegmenti. Bei den Selachiern ist er ganz in das Gewebe des Hypothalamus eingebettet, bei den Teleostiern noch nicht scharf von den anderen Hypothalamuskernen bisher abgeschieden, Amphibien und Reptilien besitzen einen besonders kleinen Kern nur, aber bei den Säugern ist der wohl abgegrenzte „Haubenkern" längst bekannt. Es ist übrigens möglich, dass Fasern aus dem Kleinhirne via Bindearm eintretend noch in andere Thalamusganglien gelangen. Der Bindearm durchzieht nur auf eine ganz kurze Strecke das Mittelhirn und kreuzt, dicht hinter den letzten Oculomotoriuswurzeln zur anderen Seite. Fig. 74, 80, wo die Kreuzung gut sichtbar ist (die grossen Zellen lateral gehören nicht dem Haubenkerne an, der bei den Reptilien viel weiter frontal liegt).

Die Mittelhirnbasis wird natürlich auch noch von denjenigen Faser-

bahnen durchzogen, welche — bei Fischen — zum Cerebellum aus dem Hypothalamus hinauf ziehen, ausserdem noch von dem Systeme der Decussatio transversa, Fig. 88, Fasern, die caudal vom Chiasma kreuzen und dann sich beiderseits in der Hirnwand rückwärts wenden, bis sie in den caudalsten Ebenen des Mittelhirndaches, wahrscheinlich im Ganglion des hinteren Hügels oder im Ggl. isthmi enden. Auch verlaufen hier noch Züge aus dem Rückenmarke und der Oblongata zu ventralen Thalamuskernen. Hier, wo ich Ihnen nur die allmähliche Entwicklung des Mittelhirnes vorführen möchte, soll ihre nähere Schilderung unterbleiben.

Nachdem so vielerlei Elemente, die in die Zusammensetzung des Mittelhirnes eingehen, nun geschildert worden sind, lohnt es sich, noch einmal kurz das Wesentliche zusammenzufassen, was auf einem Querschnittsbild durch das Mittelhirn zu sehen ist.

Aus dem Dache stammt also der Opticus, und aus Zellen, die mit seinen Endstätten in Zusammenhang stehen, sowohl die mächtige Dachcommissur als die Faserung zu den sensiblen Endkernen in der Oblongata und im Rückenmarke. Aus dem Grau an der ventralen Seite des Aquaeductus stammen die Fasern für die Augenbewegungsnerven und diejenigen für das laterale Längsbündel.

Die Basis wird vorwiegend von Längszügen eingenommen, Zügen zum Rückenmarke und Zügen zum Kleinhirne, und das Ganze wird an der ventralen Seite umfasst von Kreuzungen des tiefen Markes, lateral auch von den ungekreuzten Zügen desselben, der Schleifenfaserung.

Der Aufbau des Mittelhirnes ist, soweit er bisher geschildert ist, überall derselbe. Nur kann man beobachten, dass namentlich der aus dem Hirndache abwärts ziehende Theil der Faserung, die Schleifen und der Opticus also, bei vielen niederen Fischen und Vögeln sehr viel mächtiger entwickelt sind, als bei den Säugern. Bei den letzteren hat also eine relative Rückbildung stattgefunden.

Aber es hat an anderer Stelle auch wieder eine Zunahme des Mittelhirnvolums eingesetzt. Freilich nicht bedingt durch den Mittelhirnmechanismus selbst, der bleibt immer der gleiche, sondern durch vorbeiziehende Bahnen. Bei den Säugern entstammen dem Vorderhirne mächtige Strahlungen zur Brücke und zum Rückenmarke. Diese finden zum Verlaufe in dem geschilderten Apparate keinen Raum mehr. Sie ziehen ventral von ihm dahin. So entsteht hier eine neue, ganz aussen ventral liegende Schicht, die Faserung des Hirnschenkelfusses. Dann nennt man das, was dorsal von ihr liegt, die Haubenfaserung. Alle niederen Vertebraten haben nur die Haubenfaserung, der Fuss ist ein novum additum, das erst sehr spät in der Thierreihe erscheint.

So bietet auch die Betrachtung des Mittelhirnes wieder ein gutes Beispiel dafür, dass keineswegs in der Thierreihe etwas stattfindet, das man eine durchgehend fortschreitende Entwicklung des Gehirnes nennen könnte. Es constituirt sich allmählich ein bestimmter Mechanismus, der kräftiger oder schwächer sich ausbilden, bei sehr hochstehenden Gehirnen z. B.

recht schwach angelegt sein kann, und diesem Mechanismus gesellen sich hier und da neue Bahnen hinzu, welche von Hirntheilen herkommen, die gerade bei der einen oder anderen Art besser ausgebildet oder auch neu angelegt sind.

Elfte Vorlesung.

Das Zwischenhirn.

Meine Herren! Der anatomische Apparat, den wir nun kennen gelernt haben, ist so beschaffen, dass er im Wesentlichen als in sich geschlossen angesehen werden kann. Nur ganz wenige Züge gehen aus den bisher geschilderten Centren frontalwärts und, auch aus weiter nach vorn gelegenen Hirngebieten treten, wenigstens bei den niederen Vertebraten, nur vereinzelte schwache Bahnen in die Ganglien, welche im Mittel- und Nachhirne oder in die Centren, welche im Rückenmarke liegen. Dementsprechend zeigen denn auch Fische, Amphibien und Reptilien, denen

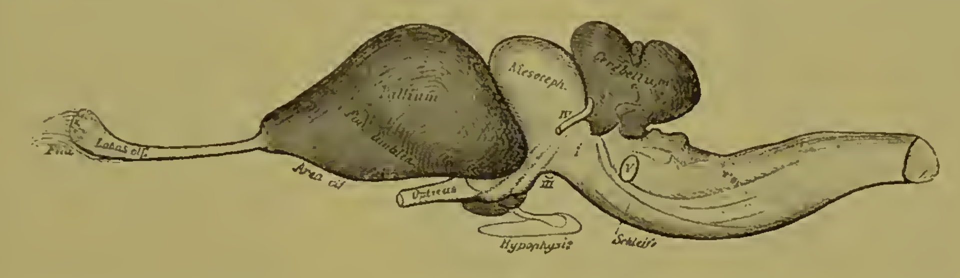


Fig. 90.

Das Gehirn des Nilkrokodiles, nat. Grösse. Das Vorderhirn deckt von vorne her, der Tractus opticus von der Seite her den Thalamus zu, so dass nur ein kleiner Theil des Hypothalamus sichtbar bleibt.

man vor der Commissura posterior alle Hirntheile abgetrennt hat, nie so deutliche Störungen, wie sie eintreten, wenn man etwa das Mittelhirn mit seinen grossen Associationsgebieten und wichtigen Bahnen verletzt, oder wenn man die Oblongata oder das Rückenmark lädirt.

Wir wissen über die physiologische Bedeutung der Theile, welche zwischen dem Mittelhirne und dem Vorderhirn liegen, der Theile des **Diencephalon** also, so gut wie gar nichts und anatomisch stehen wir hier erst im Beginne ordnender Erkenntniss.

Zweifellos aber handelt es sich bei dem Zwischenhirn aber doch um ein wichtiges Hirngebiet. Denn von Petromyzon hinauf bis zu den Vertebraten trifft man, wie schwach auch der eine oder der andere Hirntheil da und dort ausgebildet sein mag, immer an gleicher Stelle vor dem Mittelhirne den Zwischenhirnkörper. Er ist bei der Betrachtung des Gehirnes von aussen kaum je gut sichtbar, denn wenn auch hier und da keine Bedeckung durch die Hemisphären stattfindet, so ragt doch andererseits zumeist das Mittelhirndach über ihn hinweg, und vor Allem wird er an den Seitentheilen völlig zugedeckt durch die mächtige Opticusstrahlung, welche hier vom Mittelhirndache zum Chiasma hinabzieht.

Man geht bei der Betrachtung am besten von dem sehr einfach gebauten Zwischenhirne der Amphibien aus. Das ist ein länglicher Körper von etwa eiförmigem Querschnitte, welcher frontal direct in das Telencephalon, caudal in das Mesencephalon übergeht. Dicht hinter dem Plexus chorioides des Vorderhirnes sitzt ihm jederseits ein kleines Ganglion, das Corpus habenulae, auf, und dieser Abschnitt wird als Epithalamus bezeichnet. An der ventralen Seite liegen mehrere Ausstülpungen und Ganglienansammlungen, die sich zum Theile wohl vom übrigen Thalamus abscheiden lassen und desshalb als Hypothalamus zusammengefasst werden. Der zwischen beiden liegenden Hauptmasse bleibt der Name Thalamus. Im Wesentlichen sind auch bei allen Thieren diese drei Abschnitte nachweisbar, aber nur der Epithalamus ist in seinem Aufbau constant, die anderen beiden Theile sind je nach der Thierart recht wechselnd.

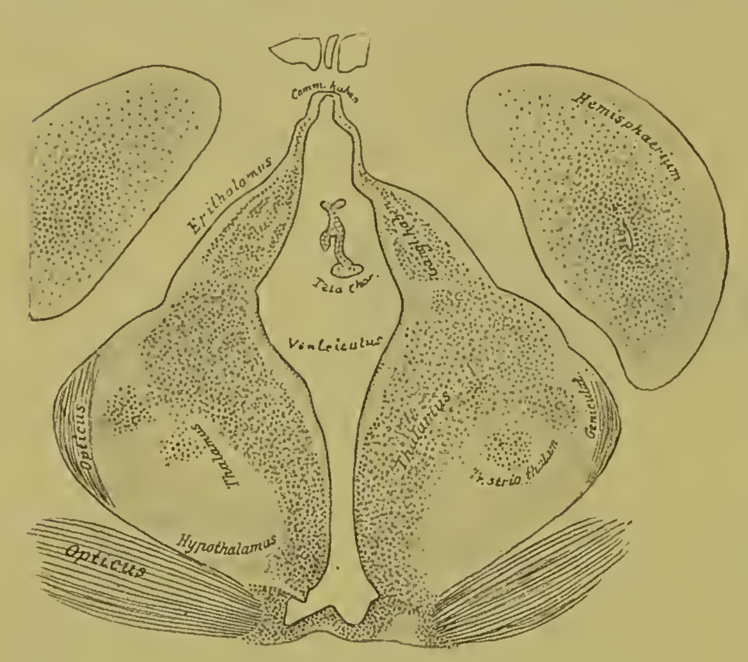


Fig. 91.
Schnitt durch das Diencephalon von Bufo, Kröte.

Der Hohlraum des Diencephalon wird dorsal durch einige Falten der gleichen Epithelplatte abgeschlossen, aus welcher in früher Zeit das ganze Encephalon bestanden hat. Siehe Fig. 22 u. 25. Ausserdem verlaufen über ihn hinweg noch die Fasern einer kleinen Commissur, der Commissura habenularis.

Frontal wird das Zwischenhirn vom Schädelraume geschieden durch die Lamina terminalis. Siehe Vorlesung 5, S. 52. Sie ist immer nur schmal, und es führt jederseits von ihr eine Oeffnung in den Hohlraum der Hemisphären, welche sich ja in der Embryonalzeit an dieser Stelle dorsolateral ausgestülpt haben.

Die Schlussplatte des Gehirnes zieht, ehe sie sich rückwärts zur Dachbildung des Zwischenhirnes wendet, zunächst ein Stück dorsalwärts — Lamina supraneuroporica — und senkt sich dann hinab zu dem bei den allermeisten Thieren segelartig in das Gehirn herabhängenden Plexus chorioides anterior, aus dem dann bei den höheren Vertebraten jederseits ein Plexus chorioides hemisphaerium ausstülpt, der seitlich von der Schlussplatte in die Hemisphärenventrikel eindringt. Bei den Amphibien ist das noch nicht constant der Fall. Hier und ebenso bei den Dipnoern, deren Gehirn sich überhaupt kaum von einem echten

Amphibiengehirne unterscheidet, wuchert der Plexus anterior mächtig in den Hohlraum des Zwischenhirnes mit zahlreichen Zapfen ein. Immer liegen dicht über dem Epithel reiche Blutgefässplexus, deren Schlingen jenes Epithel bedeckt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass es sich hier um einen Absonderungsapparat handelt. Es kommt übrigens bei fast allen Vertebraten — für die Knochenfische ist es noch unsicher — auch zu einer dorsalwärts gerichteten Ausstülpung dieser Plexusformation, die

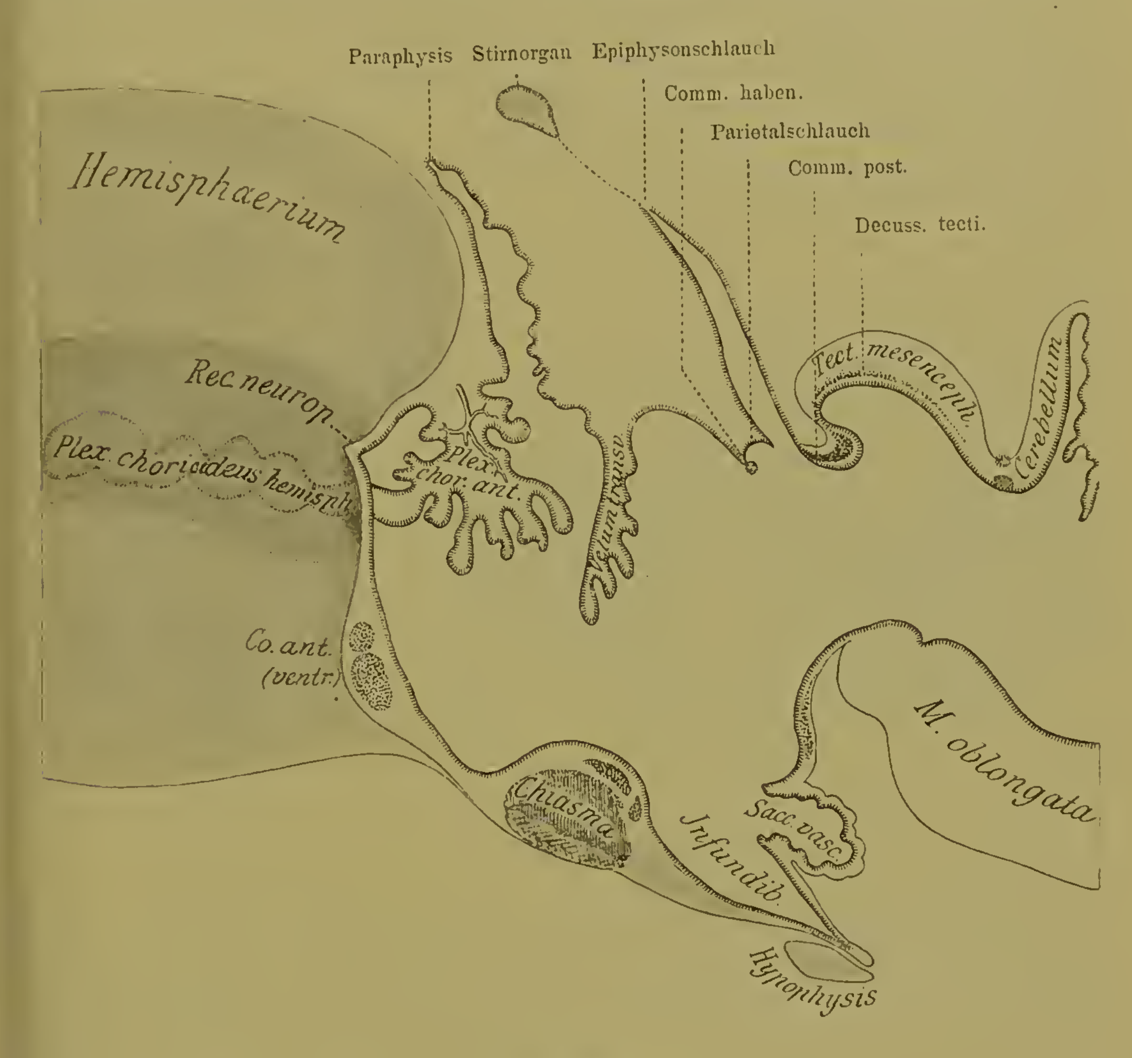


Fig. 92.

Schematische Darstellung der Aus- und Einstülpungen am Dache des Zwischenhirnes.

sich dann über dem Gehirne im Schädelraume als röthliches, blutreiches Knötchen zeigt. Diese Ausstülpung bezeichnet man — Selenka — als Paraphyse. Ihre Function ist noch unbekannt, kann aber nicht unwichtig sein, denn bei einigen Amphibien — Ichthyophis Burckhardt — erlangt sie eine ganz bedeutende Complication der Ausbildung.

Sehr oft senkt sich dann caudal von der Paraphysenausstülpung die dünne gefässbedeckte Hirndecke wieder ventrikelwärts und hängt, einem

quergespannten, wenig gefalteten Segel gleich, in den Ventrikel herab. Dieses Velum transversum ist bei den über den Fischen stehenden Vertebraten meist vascularisirt und also wieder zu einem Plexus chorioides ausgebildet. Burckhardt.

Hinter dem Velum transversum kommt oft eine flache dorsalwärts gerichtete Ausstülpung, das Zirbelposter vor, auf welchem dann der nach vorn gerichtete Blindsack der caudalsten Dachausstülpung, die Zirbel, ruht.

Ehe nun hinter dem Zirbelpolster das Zwischenhirndach die Frontalgrenze des Mittelhirnes erreicht, welche immer durch die Commissura posterior characterisirt ist, kann es noch zu zwei Ausstülpungen kommen, zu einer frontalen, dem Parietalbläschen, und zu einer caudalen, dem Zirbelschlauche.

Die caudale Ausstülpung ist immer vorhanden. Sie heisst Zirbel, Epiphysis, entwickelt sich aber bei den verschiedenen Klassen in verschiedener Weise. Bei den Fischen reicht der Schlauch weithin nach vorn und endet in einem mit Epithel ausgekleideten Bläschen, das gegewöhnlich intracraniell gelagert ist. Aber bei den meisten Anuren kommt es zu einer Abschnürung dieses Endbläschens. Es liegt dann beim erwachsenen Thiere ausserhalb des Schädels. Man kann diese helle Stelle, den Stirnfleck, leicht zwischen den Augen erkennen. Der Rest des Schlanches zieht sich in die Schädelhöhle zurück, aber der ganze Weg bleibt gekennzeichnet durch einen Nervenstrang Gaupp — welcher aus der Fasermasse caudal von der Zirbel, die als Commissura posterior zusammengefasst wird, stammt und im Stirnflecke endet.

Bei den übrigen Amphibien, bei den Vögeln und den Säugern erreicht das frontale Zirbelende nicht mehr das Schädeldach. Es knäult sich vielmehr der ganze Schlauch unter Antheilnahme von Blutgefässen, wahrscheinlich auch unter seitlicher Sprossenbildung zu einem Knötchen auf, das dicht vor der Commissura posterior gelegen, längst schon als Zirbel, Glandula pinealis bezeichnet wird.

Viel seltener ist die frontale Ausstülpung vorhanden. Sie ist ganz sicher eigentlich nur für einige Saurier nachweisbar. Dort entwickelt sie sich zu einem merkwürdigen bleibenden Organe. Ihr Endbläschen, das beim erwachsenen Thiere nur noch durch ein solides Stück mit dem hohlen Ausgangspunkt verbunden ist, bleibt hier in einer Lücke des Scheitelbeines liegen und formt sich zu einem Gebilde um, das Aehnlichkeit mit einem Auge hat. Man kann eine Cornea und Linse, eine Retina und eine in und unter dieser liegende Pigmentschicht an diesem unpaaren „Parietalorgane" erkennen. Seine Entdeckung verdanken wir Leydig, seine erste genauere Untersuchung Graaf und Spencer. Der zu diesem Auge tretende Nerv stammt, Klinckowström, aus einem Ganglion habenulae.

Welche Bedeutung diesem Gebilde, das zweifellos einem Sinnesapparate sehr ähnlich ist, zukommt, das wissen wir noch nicht. Bei den Stegocephalen und einigen fossilen Sauriern war es, wenn der Schluss aus dem enormen Foramen

parietale auf das Organ, welches es aufzunehmen hatte, gestattet ist, sehr gut ausgebildet. Aber es bleibt doch auch fraglich, ob in jenen Parietallöchern der ausgestorbenen Thiere wirklich identische Organe lagen. Früher hielt man die Parietalorgane der Saurier nur für besonders entwickelte frontale Enden des Zirbelschlauches. Erst die Untersuchungen von Leydig, Beraneck u. A. haben zu der Trennung des Zirbelschlauches und seines Derivates, des Stirnorganes der Anuren, von dem Parietalschlauche geführt, der bei den Sauriern das erwähnte hochdifferenzirte Organ ausbildet. Dass überhaupt zwei verschiedene Ausstülpungen vorliegen, wird übrigens auch heute noch von Klinckowström, bestritten. Jedenfalls lässt sich nicht immer mit Bestimmtheit die Zugehörigkeit der einen oder anderen Blase zu dem oder jenem Schlauche beweisen. So liegen z. B. bei den Cyklostomen deutlich zwei, wahrscheinlich mit einem Sinnesepithel ausgekleidete Blasen über einander, von denen die dorsalere wohl auf den Zirbelschlauch zurückzuführen ist, während die frontaler entspringende ventrale vielleicht nur eine Paraphyse ist, wie entwicklungsgeschichtliche Studien zeigen. Kupffer, Studnička.

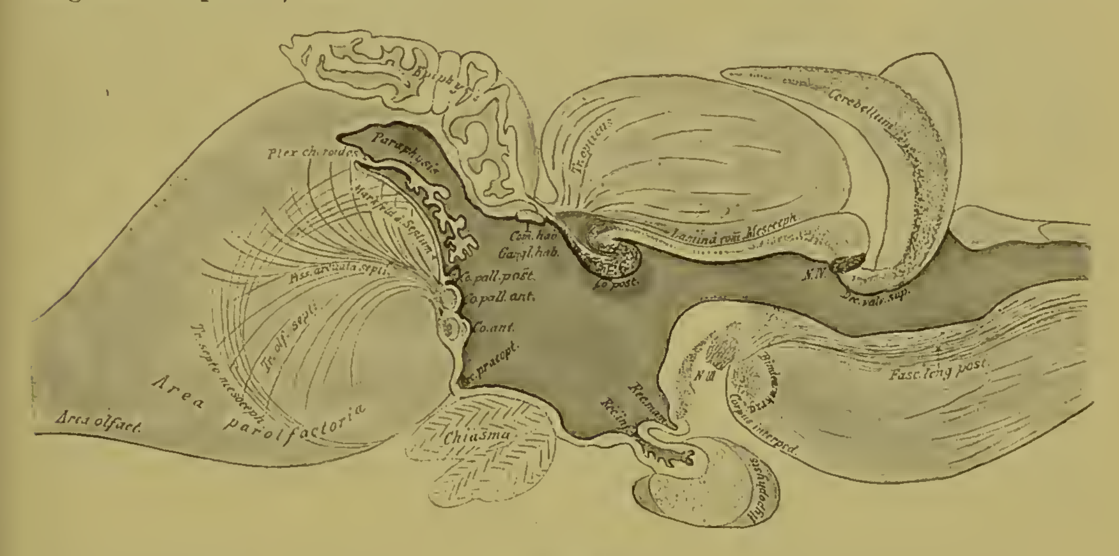


Fig. 93.

Genau medianer Sagittalschnitt durch das ganze Gehirn der Wüsteneidechse, Varanus griseus.

Dicht vor der Epiphysenausstülpung liegt regelmässig die Commissura habenularis. Sie gehört dem Systeme der in die Ganglia habenulae eindringenden Fasern aus dem hinteren Riechgebiete an und wird später noch zu betrachten sein.

Auch an der Basis ist — in der Mittellinie wenigstens — das Zwischenhirn durch eine nur dünne Membran vom Schädel abgeschlossen. In ihr und unter ihr weg verlaufen aber mächtige Querfaserungen, und dicht neben der Mittellinie verdickt sich der Hypothalamus zu verschieden gestalteten Gebilden. Ventral von dem Commissurengebiete des Vorderhirnes stülpt sich die Schlussplatte zu einer kleinen Ausstülpung aus, die, vor dem Chiasma gelegen, als Recessus praeopticus bezeichnet wird. Sie überzieht dann die basale Wand, das Chiasma opticum, durch das sie hier kräftig von aussen eingestülpt wird, Fig. 93, und senkt sich dicht dahinter zum Recessus postopticus herab. Nun folgt weiter caudal ständig eine tiefe Einsenkung, die oft in einem nur fadendünnen Schlauche

endet, der Recessus infundibularis, der Trichter. Die Hervorragung, welche er an der ventralen Fläche des Gehirnes macht, heisst Tuber cinereum.

An den Endschlauch des Trichters legt sich fest die Hypophysis an. Es ist ein aus epithelbedeckten Hohlschläuchen zusammengesetztes Organ, welches vom Rachenepithel aus in früher Embryonalzeit schon hierher an die Schädelbasis wächst.

Die Hypophysisdrüse hat, wie Bela Haller entdeckt hat, bei allen Vertebraten nahe ihrem frontalen Ende einen frei in den Hohlraum zwischen dura und pia Mater mündenden Ausführungsgang.

Bei den meisten Vertebraten entsteht die Hypophysis durch eine dorsal gerichtete Ausstülpung der Mundschleimhaut, die sich an die Unterseite des Gehirnes anlegt und später, wenn die Schädelbasis sich ausbildet durch diese geschieden wird, um am Recessus infundibularis Hypothalami festzuhaften. Nun hat in den letzten Jahren Kupffer eine Entdeckung gemacht, die geeignet ist, auf die phylogenetische Bedeutung dieser Ausstülpung ein neues Licht zu werfen. Bei den Embryonen niederer Vertebraten — Petromyzon, Stör, u. A. existirt eine Zeit lang ein eigenthümliches Darmstück, welches dorsal von der Mundhöhle gelegen, über dieser nach vorn sich ausstülpt. Er bezeichnet diesen später verschwindenden Theil als präoralen Darm. Man erkennt, dass beim Stör von der Aussenhaut her ein Gang in diesen Darm hineinführt, ein eigener Mund also über dem später bleibenden Munde angelegt ist. Dieses ganze Gebilde, der Mundgang und der präorale Darm, in welchen er mündet, wird zur Hypophysis. Bei Petromyzon eröffnet die von der Aussenwand her einwachsende Hypophysiseinstülpung allerdings nicht den Darm, aber bei ihren nahen Verwandten, den Myxinen, bleibt der alte Mund, dessen Reste nach einer Hypothese von Kupffer wir in der Hypophysis hätten, zeitlebens bestehen. Die innerhalb der Mundhöhle der cranioten Wirbelthiere nachgewiesene Einstülpung wäre, wenn Kupffer Recht hat, der Rest jener alten Mundbucht.

Dorsal vom Recessus infundibularis stülpt sich bei den niederen Vertebraten die Rückwand des Infundibulum zu einem ungemein dünnen, langen Epithelschlauche aus, dessen Wände von eindringenden massenhaften Blutgefässen in zahlreiche Falten gehoben werden. Der ganze Apparat heisst Saccus vasculosus (siehe Fig. 74 und 94). Dann erkennt man immer, dass auch da, wo die ventrale und caudale Wand des Zwischenhirnes sich an die mächtige Mittelhirnbasis anschliessen, eine weitere kleine Ausbuchtung, der Recessus mamillaris liegt.

Wir können uns nun, nachdem der dorsale und der ventrale Abschnitt des Zwischenhirnes geschildert ist, zur Betrachtung der Seitentheile wenden. Das Dach, das oben beschrieben wurde, wird dem Epithalamus zugerechnet. Dicht an der epithelialen Decke liegen beiderseits die Ganglia habenulae, Fig. 96, die Eigenganglien des Epithalamus. Bei vielen niederen Vertebraten ist das rechte und linke Ganglion verschieden gross, aber sonst bieten gerade die Ganglia habenulae ein gutes Beispiel für einen durchaus constanten, weder in Ausbildung, noch Rückbildung wesentlich variirenden Hirntheil. Von Petromyzon bis zu den Säugern, immer findet man sie beiderseits von der Epiphysenausstülpung.

etwas frontal von derselben. Sie bestehen aus zwei Körpern, einem lateralen und einem medialen, und sind von dem Epiphysensacke caudal getrennt durch die ständig vorhandene Commissura habenularis, Fig. 92, 93, 105. Bei den Amphibien und Reptilien, wo die übrigen Thalamusganglien noch relativ wenig entwickelt sind, oder bei den Fischen, wo sie mehr ventral gerückt sind, erscheinen die Ganglia habenulae als



Fig. 94.
Sagittalschnitt durch die Trichterregion eines Haies, Scyllium canicula.

Fig. 95.
Horizontalschnitt durch die Hypophysis von Raja clavata.

die frontalsten Zwischenhirnganglien. Wenn sich bei den Vögeln und Säugern die anderen Bestandtheile des Thalamencephalon mehr und mehr ausdehnen, schieben sie den Epithalamus etwas caudal, so dass zwischen ihn und das Vorderhirn das ganze übrige Zwischenhirngebiet sich einlagert. Die Lagebeziehungen zur Epiphyse bleiben dabei unberührt. Gleich constant wie die Entwicklung sind die Faserzüge zum Epithalamus. Zunächst erhält er immer von vorn her, aus dem Riechgebiete des Vorderhirnes, einen Zuzug, den Tractus olfacto-habenularis. Diesem gesellt sich von den Amphibien an aufwärts noch ein Bündel aus dem Hirnmantel zu, der Tractus cortico-habenularis. Beide zusammen bilden die Taenia thalami. Siehe Fig. 122. Einige kleinere Zuzüge zu diesem überaus constanten Bündel bleiben hier unerwähnt. Behalten Sie nur, dass im Ganglion habenulae ein wichtiger Verbindungs-

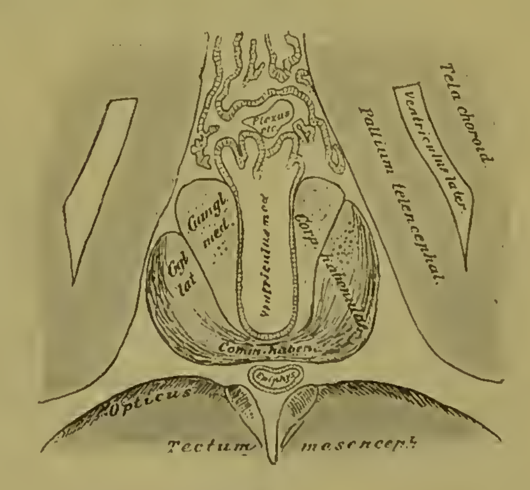


Fig. 96.
Horizontalschnitt durch die Ganglia habenulae einer Schildkröte, Emys europ.

zug endet, der sich aus Fasern zum hinteren Riechlappen und aus solchen zur Riechrinde zusammensetzt.

Ein guter Theil der Taeniafasern endet nicht direct in dem gleichseitigen Ganglion, sondern begiebt sich durch die Commissura habenularis zu demjenigen der gekreuzten Seite. Die Taenia besteht aus einem markhaltigen und einem marklosen Antheile, ebenso die Commissur. Siehe Fig. 99 und Fig. 122, das Schema der Verbindungen des Riechapparates und des Ganglion habenulae.

Das medialere der beiden Ganglien entsendet nun einen neuen Zug ventralwärts, den Tractus habenulo-peduncularis, Fasc. retroflexus. Siehe Fig. 79 und 97. Seine Fasern durchqueren die ganze Zwischen- und Mittelhirnbasis und enden nicht weit hinter dem Abgange des Oculomotorius in einem kleinen, ganz ventral an der Basis des Nachhirnes liegenden Ganglion, dem Corpus interpedunculare, Fig. 80. Hier splittern sie auf, und ihre Endfäden kreuzen mit denjenigen der



Fig. 97.

Sagittalschnitt durch das ganze Gehirn von Triton, lateral von der Mittellinie. Zeigt u. A. die Endigung des Tractus strio-thalamicus an 3 Stellen des Zwischenhirnes.

anderen Seite. Der Faserzug und das Corpus interpedunculare sind absolut constant durch die ganze Thierreihe hindurch.

Diese Constanz aller mit den Ganglien des Epithalamus zusammen hängenden Gebilde weist darauf hin, dass es sich hier um eines der Grundsysteme des Gehirnes handelt, die früh erworben, immer zu dessen zweckmässiger Thätigkeit erforderlich bleiben. Die Verbindung mit dem Riechapparate lässt annehmen, dass es sich um einen dahin gehörigen Mechanismus handelt. Da er aber auch bei solchen Säugern vorhanden ist, die kaum Riechnerven haben — Lotheissen —, so kann das System der Ganglien nicht ein Bestandtheil des Riechapparates selbst sein, muss vielmehr nur zu ihm in einer festen Beziehung gedacht werden. Thierversuche — das Ganglion ist bei grossen Reptilien und Fischen leicht erreichbar — wären sehr erwünscht.

Die **Eigenganglien des Thalamus** können nur bei Säugern und Vögeln von denjenigen scharf abgetrennt werden, die man dem Hypothalamus zurechnet; bei den niederen Vertebraten gehen beide Theile dicht in einander über. Ja bei den Knochenfischen ist der allergrösste Theil der Thalamusganglien durch die enorme Entwicklung des Mittelhirndaches so sehr nach unten gedrängt, dass sie in die Unterlappen gerathen, welche

zu beiden Seiten der Basis als grosse Höcker erscheinen. Fig. 84 und 105. Diese Lobi inferiores des Fischgehirnes differiren für die einzelnen Arten etwas, aber es ist allen hierher gehörigen Bildungen gemeinsam, dass sie als zweigelappte Wülste an der Hirnbasis beiderseits vom Tuber cinereum erscheinen. Es sind laterale Ausstülpungen der Tuberwand, deren Wanddicke sehr wechselt. Speciell bei den Selachiern nehmen sie nur ganz wenige Ganglienmassen auf, bei den Knochenfischen sehr viel mehr. Auf Fig. 83 sind sie sichtbar.

Der Thalamus der Amphibien, der oben als der wenigst differenzirte schon bezeichnet ist, lässt im Wesentlichen nur erkennen, dass um den

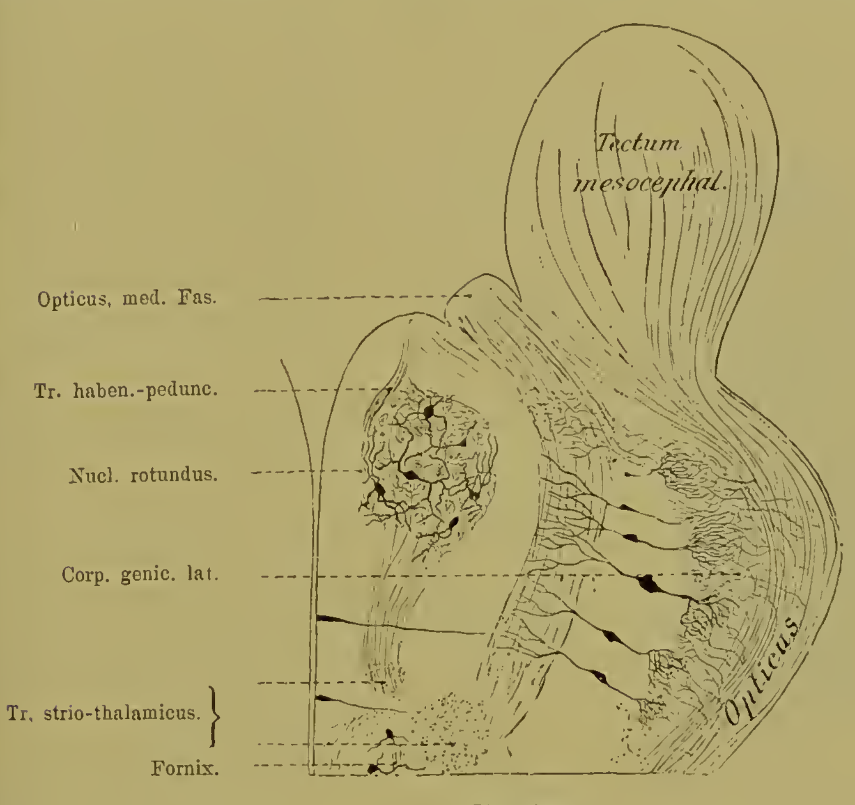


Fig. 98.
Frontalschnitt durch den dorsalen Abschnitt des Thalamus opticus der Blindschleicho, Anguis fragilis. Golgibehandlung.

Hohlraum des Ventrikels graue Substanz gelagert ist, in welche von vorn Züge aus dem Striatum eintreten, während sie von caudalwärts her Zuzüge aufnimmt, die den Tractus thalamo-spinales et bulbares angehören. S. Fig. 79 u. 97. Nur durch das Studium dieser Züge gelingt es, mindestens zwei Kerne, einen frontalen und einen caudalen, abzuscheiden. Medial aber gehen diese ganz direct in das Grau über, welches den Ventrikel umgiebt, das centrale Höhlengrau. Siehe Fig. 99.

Bei allen anderen Thieren kann man aber sehr leicht im Thalamus eine ganze Anzahl von Ganglien abscheiden.

Am besten ist mir der Thalamus der Reptilien bekannt, und da von diesem aus sich Uebergänge zu dem gleichen Hirngebiete bei den Vögeln

und den Säugern auffinden lassen, wird es zweckmässig sein, ihn zunächst einmal genauer zu betrachten.

Von vorn her tritt in denselben aus dem Corpus striatum des Vorderhirnes ein mächtiges Bündel, der Tractus strio-thalamicus, das basale Vorderhirnbündel. Seine Züge spalten sich dann so auf, dass ein jedes der gleich zu nennenden Ganglien Fasern erhält, die ihm gesondert zustreben. Das characterisirt alle Thalamusganglien.

Zunächst fällt ein grosser runder Kern sehr auf, der, aus mächtigen multipolaren Zellen bestehend, auf einzelnen Schnitten fast die Hälfte des ganzen Querschnittes einnimmt, der Nucleus rotundus thalami. Er kehrt in gleicher Weise bei den Vögeln wieder, hier mit retortenförmig caudal gerichtetem Fortsatze und ist auch bei den Fischen ein mächtiges Ganglion. Im Nucleus rotundus splittern die Züge des Tractus strio-thalamicus zu feinen Pinseln auf, Fig. 98, und in ihm endet ein Bündel, das von rückwärts, aus dem Mittelhirndache stammt, der Tractus tecto-thalamicus. Fig. 100. Das Aussehen dieses Kernes und seine Verbindungen sind überaus characteristisch und überall gleich. Fig. 98, 99, 100, 101.

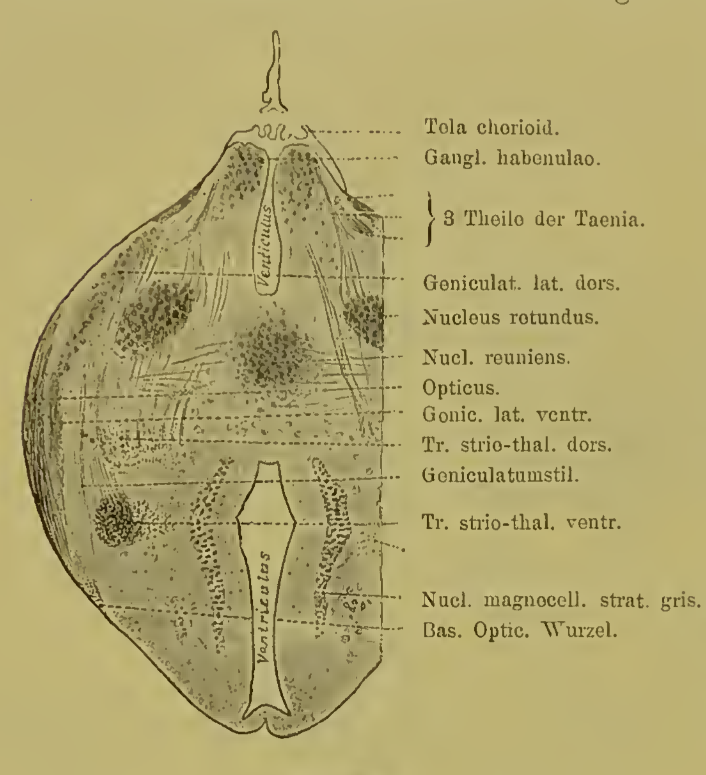


Fig. 99.
Frontalschnitt durch den ganzen Thalamus opticus von Alligator lucius, junges Thier.

Etwas frontal von dem Nucleus rotundus und dorsal von ihm, benachbart dem Ganglion habenulae, liegt der Nucleus anterior, Fig. 85. 100. Auch ihm entstammt ein für Reptilien, Vögel und Säuger characteristischer Faserzug, welcher, den ganzen Thalamus durchquerend, ziemlich parallel dem Tractus habenulo-peduncularis zur Basis zieht und sich in dem dort liegenden Corpus mamillare verliert. Das ist der Tractus thalamo-mamillaris. (Viq. d'Azyr'sches Bündel der Säuger.) Fig. 184.

Ventral von den beiden erwähnten Kernen findet man bei Reptilien und Vögeln, wahrscheinlich auch bei den Fischen, mitten in dem Grau, das als centrales Höhlengrau den Ventriculus medius umgiebt, noch einen langgestreckten Kern grosser Zellen, den Nucleus magnocellularis Strati grisei.

Bei vielen Reptilien, besonders bei den Schildkröten, verschmelzen

mitten im Thalamus die beiden Seiten der Ventrikelwand für eine kurze Strecke mit einander, es entsteht eine Massa intermedia thalami, Commissura mollis der Säuger. Hier liegt bei den Krokodiliern, Schildkröten und Schlangen ein mächtiger Kern, der Nucleus reuniens, Fig. 99, dessen Faserbeziehungen noch nicht klar sind. Er empfängt jedenfalls Züge aus dem Striatum und entsendet Fasern lateralwärts. Der Kern der Medianlinie ist nicht scharf abgegrenzt, es liegen vielmehr im Grau des Thalamus, ihm benachbart und entfernter zahlreiche, wie es scheint, ähnliche Zellen, die alle anderen besser abgegrenzten Kerne umgeben. Ich will ihre Gesammtheit zunächst als Nucleus diffusus thalami bezeichnen.

Wie schon vorhin erwähnt wurde, ist fast die ganze Aussenseite des Thalamus von den über sie herabziehenden Opticusfasern bedeckt. Zwischen dem Tractus opticus und den bereits erwähnten Thalamusganglien liegt noch ein zweigetheilter Gangliencomplex, der, ungemein constant, wohl zu den Grundganglien des Opticussystemes zu rechnen ist, das Corpus geniculatum laterale, Fig. 98, 99, 101, 102. Bei allen Thieren ist es vorhanden. Bei Vögeln, Reptilien und Säugern unterscheide ich an ihm einen frontal-ventralen von einem mehr caudalen und dorsalen Abschnitte; siehe Fig. 99. Es ist möglich, dass der letztere übergeht in das, was man bei Säugern Corpus geniculatum mediale nennt, aber da die Verbindungszüge noch nicht sicher sind, muss die Frage noch offen bleiben. Aus dem Corpus geniculatum laterale entspringt immer, aus dem mediale wahrscheinlich, ein rückwärts gewendeter Stilus corp. geniculati, der sich in den caudalsten Abschnitten des Mittelhirndaches verliert, vielleicht aber auf diesem Wege in Beziehungen zu dem später zu nennenden Nucleus praetectalis tritt. Bei den Vögeln mit enorm entwickeltem Geniculatum ist er sehr mächtig.

Im Geniculatum endet ein Theil des Sehnerven mit mächtiger Aufsplitterung, und mitten in diese Faserung tauchen die Dendriten langgestreckter Doppelpyramiden. Das mediale Ende dieser Pyramidenzellen splittert auf in einem Zuge, der wahrscheinlich auch dem optischen Systeme angehört. Fig. 98 ist das Alles gut zu sehen.

Mitten zwischen all diesen Ganglien enden die von hinten kommenden Tractus thalamo-bulbares et spinales, ohne dass es bis jetzt möglich ist, gerade den einen oder den anderen Kern als specielle Endstätte zu bezeichnen. Fig. 79, Rad. thal. Wenn ich noch den Nucleus entopeduncularis erwähne, eine Ansammlung grösserer Ganglienzellen, medial von den Tractus strio-thalamici, die sich von den Selachiern aufwärts findet, so habe ich Ihnen diejenigen wichtigsten Ganglien genannt, welche im Thalamus der Reptilien die characteristischsten sind. Bei den Vögeln gestalten sich die Verhältnisse schon etwas complicirter. Aus den unregelmässig angeordneten Zellmassen, welche bei den Reptilien die erwähnten Kerne umgeben, sondern sich hier deutlich mindestens drei weitere Kerne, eine zwei getheilte dorsal liegende Gruppe und

ein lateral liegender Kern. Ausserdem erkennt man auf allen Querschnitten leicht, dass zwischen einem dorsalen und einem ventralen Abschnitte des Tractus strio-thalamicus sich eine grosszellige Masse, der Nucleus intercalatus einschiebt. Auch in den meisten Kernen der Vögel enden Fasern aus dem Vorderhirne, in einigen entspringen auch, wie Degenerationsversuche gezeigt haben, dorthin ziehende Fasern. Aus dem Nucleus lateralis stammen mächtige Kreuzungsfasern, welche dorsal vom Chiasma als Decussatio supraoptica ventralis die Mittellinie überschreiten. Ausser dem lateralen Kerne besitzen die Vögel an der Seitenwand des Thalamus noch das Geniculatum und dorsocaudal von

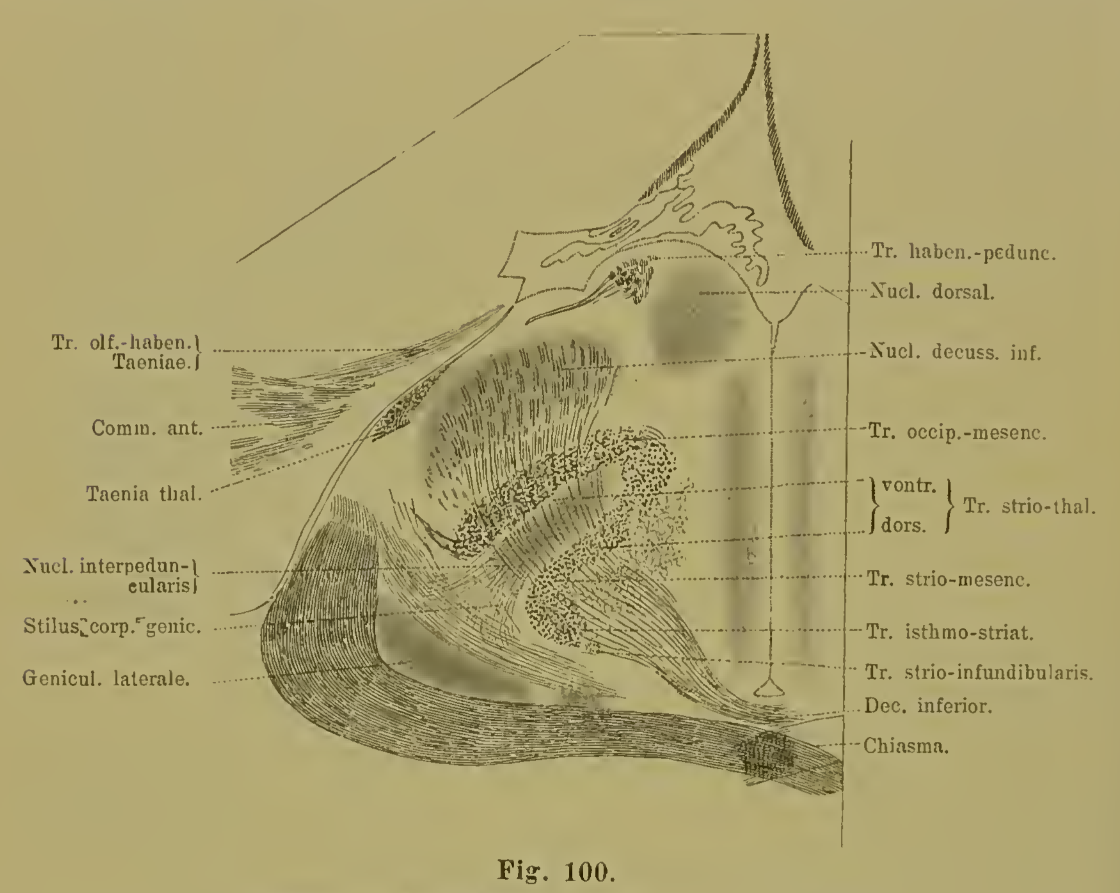
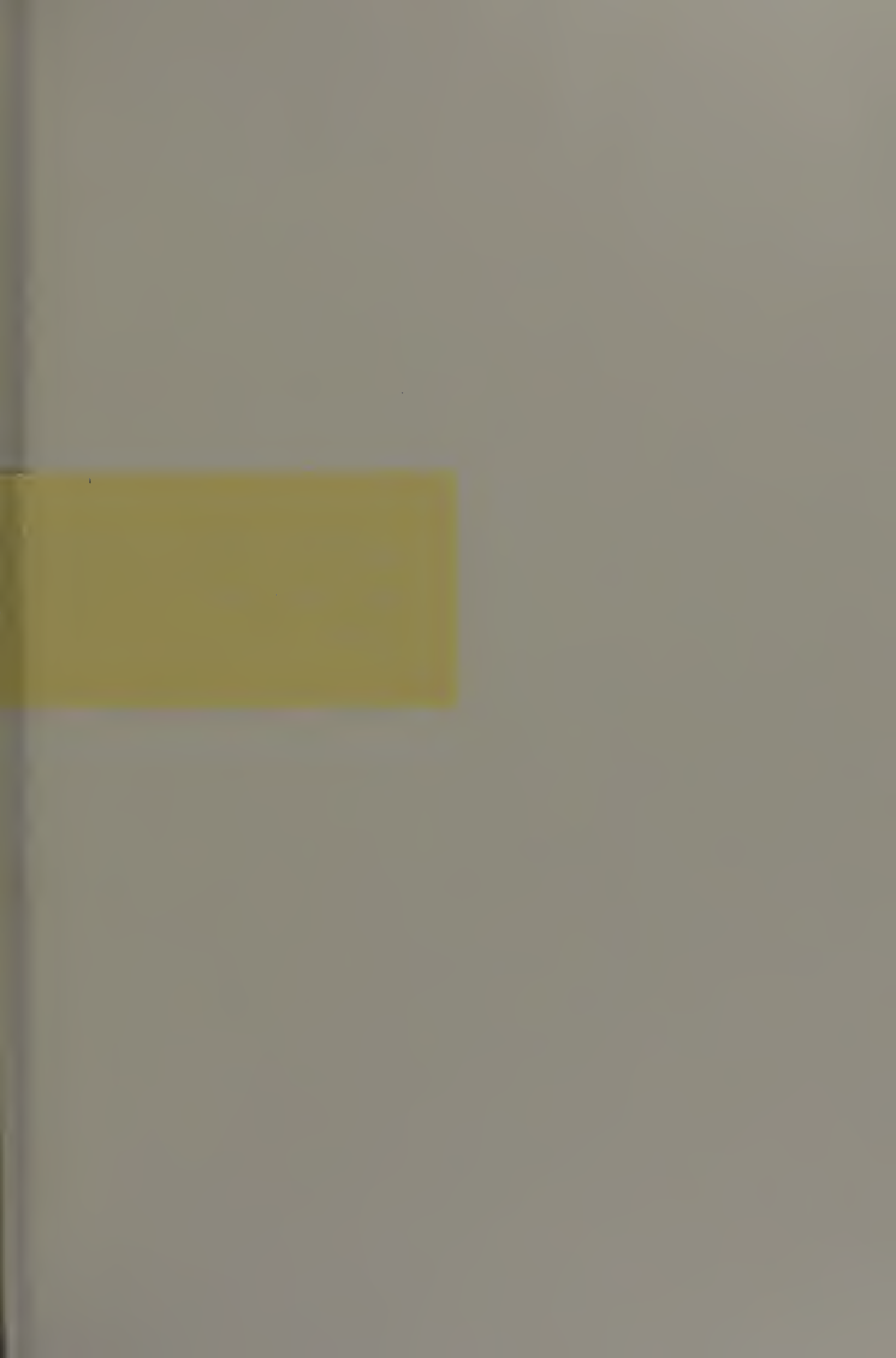


Fig. 100.

Frontalschnitt aus dem Thalamus des Huhnes. Leicht schematisiert.

ihm noch einen Endkern für ein mächtiges Markbündel, das an der medialen Rinde des Grosshirnes entspringt, Nucleus tr. septo-diencephalicus.

Die Diagnose der einzelnen Kerne bei den Vögeln wird dadurch etwas erschwert, dass an beiden Seiten des Zwischenhirnes nicht nur die Optici, wie bei den anderen Thieren, herabziehen, sondern dass sich dahin auch die Seitentheile der enorm entwickelten Lobi optici, des Mittelhirndaches also, anlegen. So wird es verlohnen, wenn Sie einmal die drei Frontalschnitte Fig. 100—102 aus dem Thalamus des Huhnes, denen ich auch Einiges im Texte nicht besonders erwähnte Detail eingezeichnet habe, studiren wollen.



Erratum: In Figur 100 muss es heissen statt Taenia, Tractus septo-diencephalicus un statt Decussatio inferior, Decussatio supraoptic ventralis.

Fassen wir noch einmal zusammen, was sich als allen Thalamuskernen der niederen Vertebraten gemeinsam erkennen lässt, so ist es im Wesentlichen das Folgende: Die Kerne des Thalamus nehmen aus

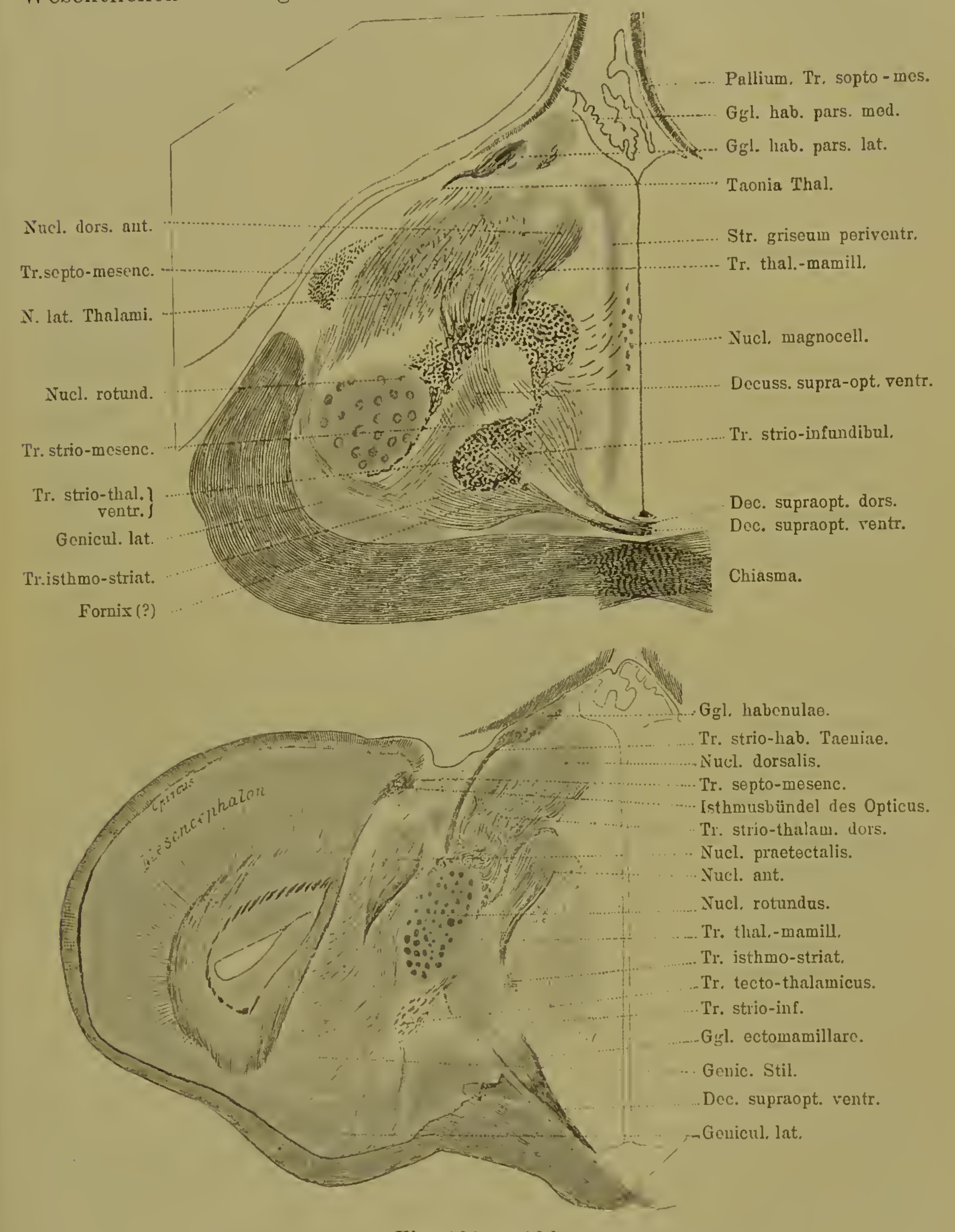


Fig. 101 u. 102.
Zwei Frontalschnitte aus dem Thalamus des Huhnes. Leicht schematisirt.

dem Stammganglion des Vorderhirnes Fasern auf und geben rückwärts neue Bahnen an tiefere Centren ab. Ausserdem sind sie mit den Ganglien des Hypothalamus durch mannigfache Anordnungen verknüpft.

Fasern in das Mittelhirndach und solche nach der Oblongata und dem Rückenmarke sind schon erwähnt. Wir werden gleich nachher sehen, dass aus den Kernen des Hypothalamus auch solche Bahnen zum Cerebellum und zu anderen Gebieten des Mittelhirnes als zum Dache führen. So müssen wir denn im Thalamus ein grosses Centrum erblicken, das durch Eigenzüge in sich geschlossen, zwischen einen wichtigen Theil des Grosshirnes und fast alle anderen Hirntheile eingeschaltet ist.

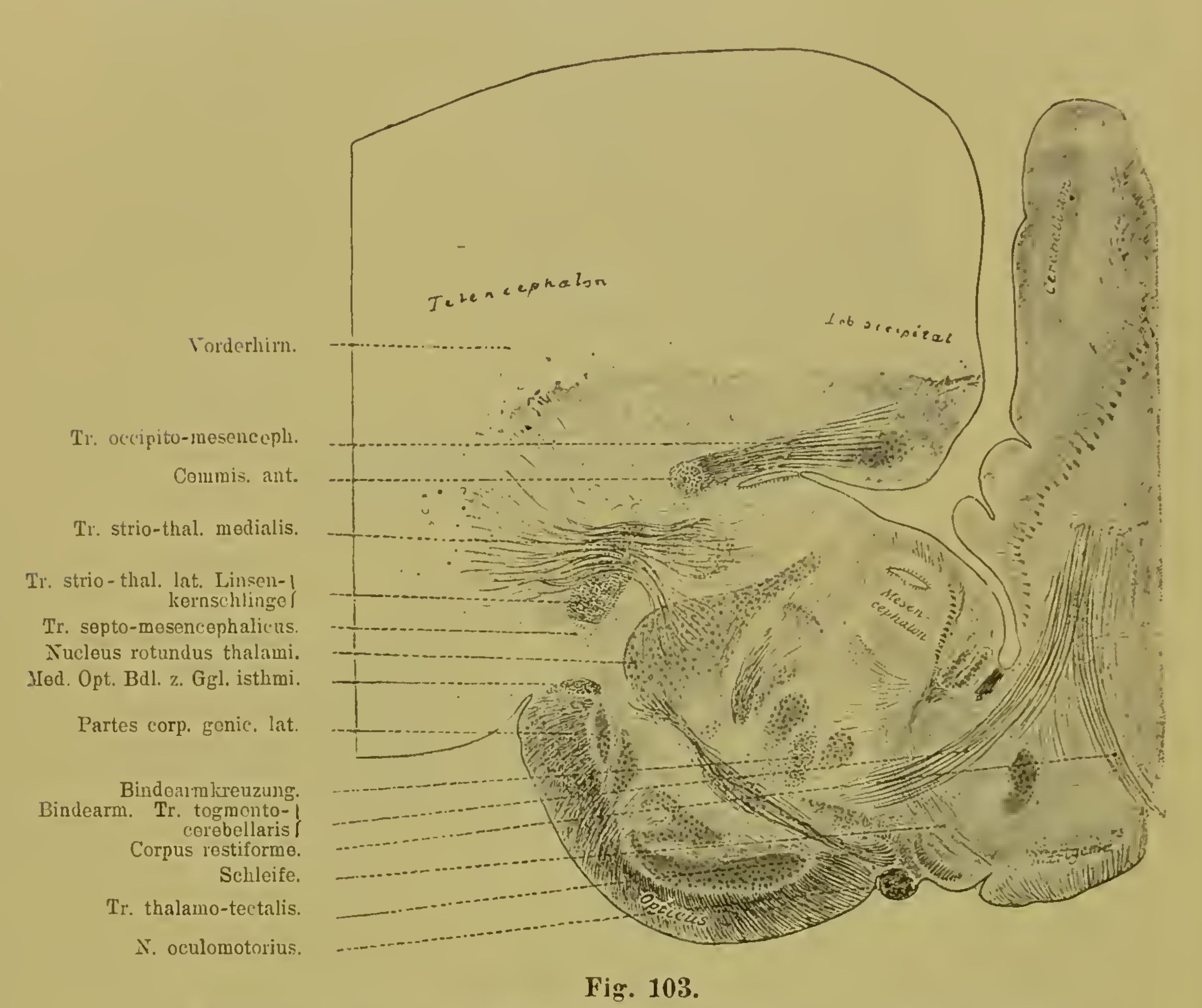


Fig. 103.

Sagittalschnitt durch den Thalamus opticus von Columba domestica. Hämatoxylinfärbung.

Spuren einer fortschreitenden Entwicklung des Thalamus finden sich schon bei den Reptilien, wo aus der Hirnrinde am Stirnpole ein Zug abgeht, der, im Thalamus endend, eine directe Rinden-Thalamusbahn herstellt. Bei den Vögeln ist derartiges schon deutlicher, und man kann erkennen, wie mit der Entwicklung einer ausgedehnteren Hirnrinde mehr und mehr Züge auftreten, welche aus dieser in die Ganglien des Thalamus einstrahlen. Bei den Säugern haben diese Tractus cortico-thalamici eine so mächtige Ausdehnung erhalten, dass ihr Complex, der Stabkranz des Thalamus, nun das mächtigste System des ganzen Zwischenhirnes ist. Mit dieser Umänderung der

relativen Verhältnisse geht noch etwas Anderes Hand in Hand. Es vergrössern und vermehren sich die Ganglien. So ist es nicht mehr möglich, die relativ einfachen Verhältnisse, welche bei den Reptilien vorliegen, wieder zu entdecken, die grossen Thalamuskerne der Säuger auf die vorhin erwähnten Kerne mit Sicherheit zu beziehen. Es wird da noch viel Arbeit bedürfen, bis wir erkennen, was neu zugekommen ist, und was nur der Vergrösserung von bereits Vorhandenem entstammt. Vorläufig ist es noch nicht möglich gewesen, mehr zu ermitteln, als dass auch bei den Säugern in allen oder fast allen Thalamuskernen Fasern aus den Tractus strio-thalamici enden, und dass aus einem der ventraler liegenden Kerne die Tractus thalamo-bulbares et spinales — Thalamusschleife — sich entwickeln.

Nur einige Kerne lassen sich auf gleiche Kerne bei niederen Vertebraten zurückführen, und die möchte ich Ihnen näher schildern, weil wir an ihnen den ganzen Vorgang der Addition von Grosshirnbahnen zu Systemen, welche bei niederen Thieren auch ohne solche existiren können, kennen lernen. Da ist zunächst der Kern des Geniculatum. Bei allen Thieren münden in ihn Sehnervenfasern. Von den Vögeln an aufwärts bildet sich nun eine Bahn aus der Grosshirnrinde zu den Sehnervencentren aus. Ob sie schon bei den Vögeln das Geniculatum erreicht, das wissen wir nicht, dass sie aber bei Säugern dahinein wächst, das ist ganz sicher nachgewiesen. So sehen Sie, anatomisch erkennbar, wie ein primäres Endcentrum eines Sinnesnerven bei höheren Thieren mit Bahnen in Beziehung tritt, welche dem Hauptorgane des Gedächtnisses und der Erinnerung, dem Organe der Associationen u. s. w. entstammen.

Auch für den ventralen Kern, in dem die Züge zur Oblongata und zum Rückenmarke enden, hat man ein ähnliches Verhältniss bei den Säugern erkannt. Hier erhält er Zuzüge aus der Hirnrinde, und zwar aus den psychomotorischen Gebieten, aus Rindenfeldern, deren Verlust die Fähigkeit beeinträchtigt, erlernte oder associativ angeregte Bewegungen auszuführen.

Diese Kerne existiren schon bei den niederen Vertebraten, aber erst bei den allerhöchsten addiren sich ihnen die Grosshirnbahnen zu.

So viel über die Eigenganglien des Thalamus. Es bleibt uns jetzt ein enges Gebiet zu betrachten übrig, das gewöhnlich auch jenen zugerechnet wird, das Grenzgebiet von Zwischen- und Mittelhirn, der M e t a t h a l a m u s.

Dicht vor dem Mittelhirndach, diesem fest eingeordnet und nur frontal in den Thalamus hineinragend, finden wir den N u c l e u s p r a e t e c t a l i s allenthalben. Nur für die Säuger fehlt sein Nachweis noch, doch glaube ich, ihn in den frontalsten Abschnitten des bisher zum Grau des vorderen Hügels gerechneten Ganglions wiederzufinden. Dieses Kernes ist schon früher gedacht, Fig. 86, 88, und auch des Umstandes, dass in ihm wahrscheinlich Züge aus dem Stile des Geniculatum enden. Fig. 101. Bei Scyllium sehe ich sehr kräftige Züge aus der Gegend des Ganglion ectomamillare zum Nucleus praetectalis ziehen und annähernd gleiche Fasern kenne ich noch von Reptilien. Dicht hinter dem Nucleus prae-

tectalis liegt auf eine grössere Breite sich erstreckend eine aus zwei verschiedenen Zellgruppen zusammengesetzte Kernmasse, die, wie es scheint, Beziehungen zu den eben hier ausstrahlenden Seitenästen der Commissura posterior hat. Bei den Selachiern ist dieser Nucleus lentiformis Mesencephali nicht scharf abzugrenzen, wohl aber kann man ihn bei Knochenfischen, dann bei den Reptilien und ganz besonders gut ausgebildet bei den Vögeln finden, wo seine etwa bretzelförmige Gestalt ihm den Namen Nucleus spiriformis verschafft hat. Er zieht sich hier fast durch die ganze Länge des Mittelhirnes dahin. Am weitesten medial liegt, schon dem Haubenwulste angehörig, bei allen Thieren der mächtige Kern, welchem das dorsale Längsbündel und ein guter Theil der Fasern der Commissura posterior entstammen. Es ist eine senkrecht gestellte längliche Kernplatte. Fig. 50. Frontal von ihr weit in den Hypothalamus ragend findet man noch eine kleinere, feinzellige Abtheilung, aus welcher ebenfalls Fasern zum dorsalen Längsbündel, zum Theil gekreuzt gerathen. Nucl. Fasciculi dorsalis resp. post.

Der Kern des hinteren Längsbündels liegt bei Fischen ziemlich weit ventral, er kann in der That da ebensogut dem Hypothalamus zugerechnet werden. Lateral und meist ventral von ihm, in den Seitentheilen also des caudalsten Thalamusabschnittes, liegt der Nucleus ruber tegmenti, eine wohl abgegrenzte Kernmasse, aus welcher Fasern entspringen, die sich bald nach ihrem Ursprunge kreuzen, um dann dorsalwärts zu ziehen und im Cerebellum zu enden. Diese Züge werden als Bindearm — Tractus tegmento-cerebellaris — zusammengefasst. Siehe den Zug Fig. 86 u. 103 und die Kreuzung Fig. 103 und besonders Fig. 85.

Alle diese Kerne und Züge sind überaus constant. Nur bei den Knochenfischen, deren Thalamus überhaupt noch durchaus weiterer Durcharbeitung bedarf, sind sie zu gutem Theile noch nicht diagnosticirt. Die Selachier haben alle die erwähnten Züge, es ist mir aber — an dem relativ kleinen Materiale, das mir zu Verfügung gestanden hat — nicht gelungen, aus dem allgemeinen Thalamusgrau Einzelganglien abzuscheiden. Man hat da mehr den Eindruck, dass, wie bei den Amphibien, aus dem noch wenig differenzirten Centralgrau um den Ventrikel sich die Tractus tegmento-cerebellares entwickeln. Bessere Methoden werden sicher weiter führen. Der ganze Mechanismus muss zu den niederen Grundmechanismen des Gehirnes gehören. Trotz seiner Constanz nimmt derselbe, soweit wir heute wissen, keine Zuzüge aus der Rinde des Vorderhirnes auf.

Wollen Sie nun dem Apparate an der Basis des Zwischenhirnes, dem Hypothalamus Ihre Aufmerksamkeit schenken.

Es ist schon oben erwähnt, dass dieser Hirntheil desshalb sich bei Fischen nicht scharf von dem dorsaleren Thalamus abgrenzt, weil Theile, die bei allen anderen Vertebraten in dem Thalamus selbst oder im Metathalamus liegen, bei den Knochenfischen und den Ganoiden stark ventralwärts verschoben sind. Dort bilden sie zusammen mit bisher noch zu wenig studirten Hirnabschnitten beiderseits von dem Infundibulum die Lobi inferiores.

Diese enthalten, soweit ich nach eigenen Untersuchungen urtheilen kann, bei Teleostiern zum mindesten 4 Ganglien. Nur eines, das fronto-dorsalste, ist bekannteren Thalamusganglien heute schon zu homologisiren. Es ist nämlich der runde Kern, den ich oben von der Eidechse schon demonstrirt habe, mit seinen grossen Zellen, Fig. 104*a*. Dicht ihm benachbart, ihn zum Theil umgreifend findet man einen kleinzelligen Kern. Diese beiden Gebilde ragen nur mit ihrem caudalen Abschnitte in die Lobi inferiores hinein; bei einzelnen Arten liegen sie ganz dorsal von ihnen. Die Lobi selbst sind aus 2 Ganglien, einem frontalen und einem caudalen, zusammengesetzt. Das frontalere enthält ein ausserordentlich reiches Geflecht markhaltiger Nervenfasern, das caudalere entsendet in dieses Geflecht massenhaft Zuzüge. In diesen Ganglien endet ein Zug aus dem Striatum, ganz wie in allen Thalamusganglien der Thiere, den man als Tractus strio-lobaris oder thalamicus bezeichnen könnte.

Dorsalwärts aber entsenden sie mehrere zum Theil marklose Züge in die Hirnbasis. Wir kennen nur von einigen den Verlauf, der sie in das Cerebellum führt. Tractus lobo-cerebellares frontales et caudales.

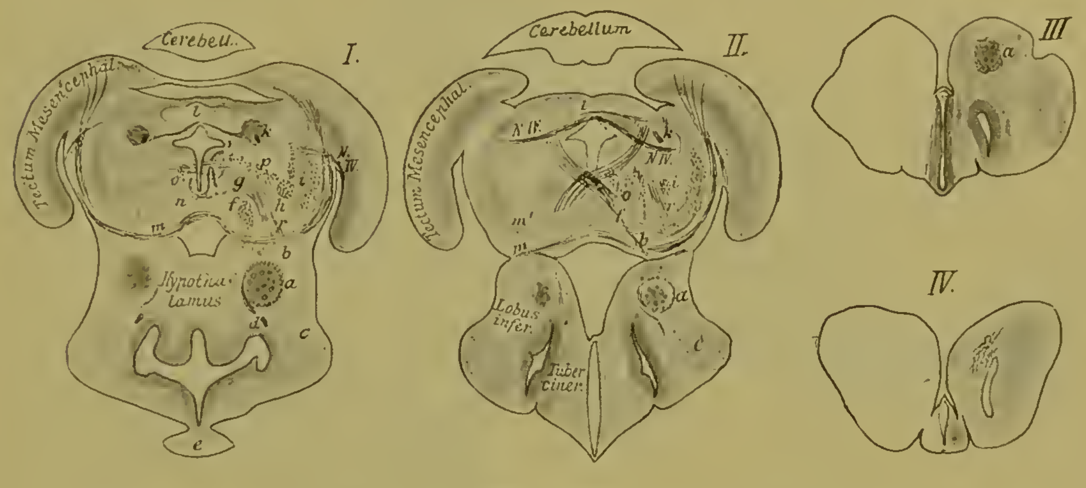


Fig. 104.

4 Frontalschnitte durch die Stelle, wo dio Mittelhirnbasis an die Lobi inferiores grenzt. Von Zoarces viviparus, jugendliches Exemplar 3 Cm. lang. Wahrscheinlich nur ein Theil der Markscheiden entwickelt. *a* Nucleus rotundus thalami, *b* Nobenganglion desselben, *c* Ggl. post. lobi inf.. *e* Infundibulum, Tract. lobo-cerebellaris frontalis, *g* idem caudalis, *h* Commiss. Fritsch, *i* Gangl. prof. meseuceph. lat., *k* Gangl. lat. mesencephal. Torus semic., *l* Valvula cerebelli, *m m'*, *n* einzelne Abschnitte der Faserung aus dem Dache, vergl. Schema Fig. 82, *o* Nucl. N. oculomot. und Fasc. longit. post., *p* Commiss. post.

Zwischen die Ganglien des Lobus inferior ragt der von centralem Höhlengrau ausgekleidete Ventrikel des Zwischenhirnes weit hinein, mit lateralen Ausstülpungen noch einmal Seitenventrikel des Hypothalamus bildend. Rückwärts verlängert er sich in den bei Fischen immer vorhandenen Saccus vasculosus und weiter ventral in die Recessus mamillares, Fig. 104 *I—IV*.

Ich will, da wir doch eben vom Knochenfischgehirne sprechen, noch ein Ganglion aus dem Hypothalamus erwähnen, das bei diesem gefunden wird, bei höheren Vertebraten aber noch nicht sicher zu identificiren ist. Das ist der Nucleus anterior Tuberis. Er liegt in den frontalen Abschnitten der Seitenwand des Tuber und giebt da einer mächtigen Kreuzungsfaserung Ursprung, die wir nachher noch kennen lernen werden. Von den oben erwähnten Thalamusganglien der Reptilien und Vögel kann bei Fischen noch mit einiger Wahrscheinlichkeit der Nucleus anterior thalami identificirt werden, Fig. 85.

Wenn ich hier den Versuch mache, den Thalamus der Fische trotz aller Verschiedenheit seines Aussehens dem der höheren Vertebraten anzunähern, so

muss ich Ihre Nachsicht sehr erbitten. Denn es liegen die Vorbedingungen zu derartigem Beginnen noch recht unsicher, und ich muss gestehen, dass von allen Hirntheilen niederer Vertebraten, die ich im Laufe der Jahre studirt habe, keiner annähernd so grosse Schwierigkeiten für das Erkennen geboten hat, wie der Thalamus der Knochenfische.

Welche Ganglien den Lobi inferiores der Knochenfische bei den anderen Vertebraten homolog sind, das wissen wir noch nicht. Die enge Beziehung dieser grossen Ganglienecomplexe zum Kleinhirne, das bei ebendenselben Thieren besonders hoch entwickelt ist, giebt vielleicht einen Fingerzeig für ihre physiologische Würdigung. Das Experiment hat sich bisher noch nicht mit ihnen beschäftigt.

Zwei Ganglien sind, soweit ich sehe, bei allen anderen Wirbelthieren an der Hirnbasis regelmässig vorhanden. Dicht hinter dem Tuber cinereum, wie die wesentlich aus centralem Höhlengrau bestehende Aussackung des Ventriculus tertius in den Recessus infundibuli heisst, findet man

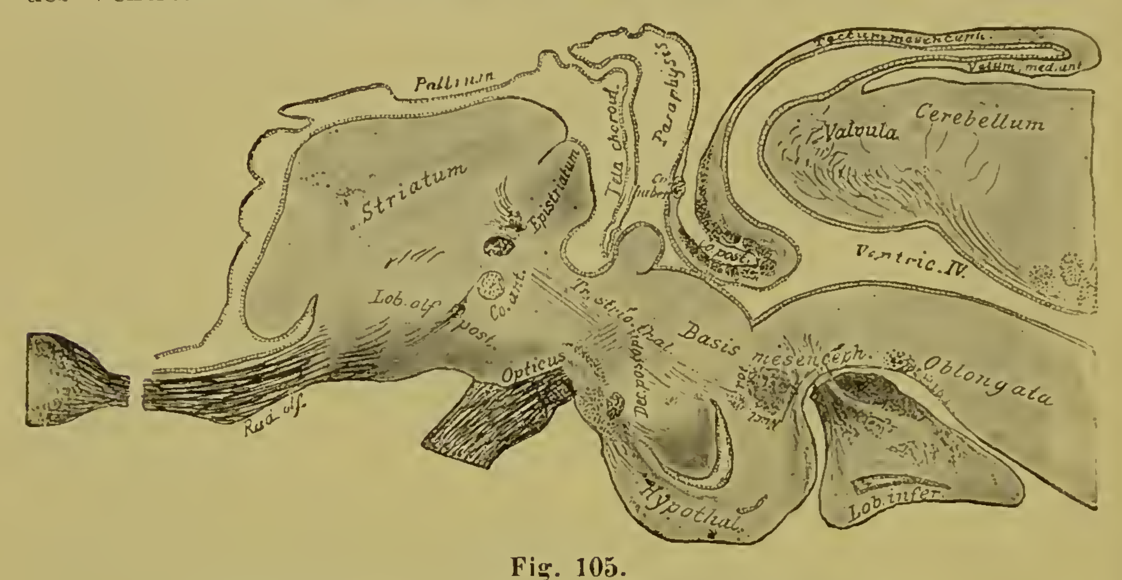


Fig. 105.

Sagittalschnitt durch Vorder- und Zwischenhirn der Barbe, Barbus fluviat.

medial das Corpus mamillare und lateral von diesem einen Kern. den ich als Corpus ectomamillare bezeichnen möchte.

Die Corpora mamillaria liegen in den Seitenwandungen des Recessus mamillaris. Sie nehmen bei Amphibien, Reptilien. Vögeln und Säugern jenen Zug aus dem Nucleus anterior thalami auf, den ich Ihnen oben schon als Tractus thalamo-mamillaris geschildert habe. Von vorn her empfangen sie bei den Säugern und den Reptilien einen Zuzug aus der Hirnrinde, und zwar aus demjenigen Antheile, welcher als Riechfeld der Rinde bezeichnet werden muss. Dieser Zug heisst Fornix. Siehe Fig. 122. Nach hinten entsenden sie den Tractus mamillo-peduncularis in die basalsten Abschnitte des Hinterhirnes, der beiderseits vom Corpus interpedunculare herabziehend, sich weiter rückwärts an noch unbekannter Endstätte verliert.

Einen sehr distincten Körper bildet das — für die Säuger noch nicht nachgewiesene — Ganglion ectomamillare, Fig. 88 und Fig. 106.

Es enthält ziemlich grosse Zellen und entsendet jederseits einen Zug dicker Nervenfasern, der den Hypothalamus aussen umschlingt, um sich vor demselben, direct hinter dem Chiasma N. opticorum mit dem gleichen Zuge der anderen Seite zu vereinen. Es handelt sich höchst wahrscheinlich um eine basale Opticuswurzel. Sie liegt mit dem grössten Theile ihres Verlaufes dem Tractus opticus ventral als wohlgesondertes Bündel, Fig. 99, 106, an. Aus den gleichen Kernen ziehen Fasern direct medialwärts, andere dorsal. Es ist möglich, dass die letzteren einem Fasersysteme angehören, das aus dem Nucleus praetectalis stammt, doch fehlt es noch an Degenerationsbildern, die das sicher stellen.

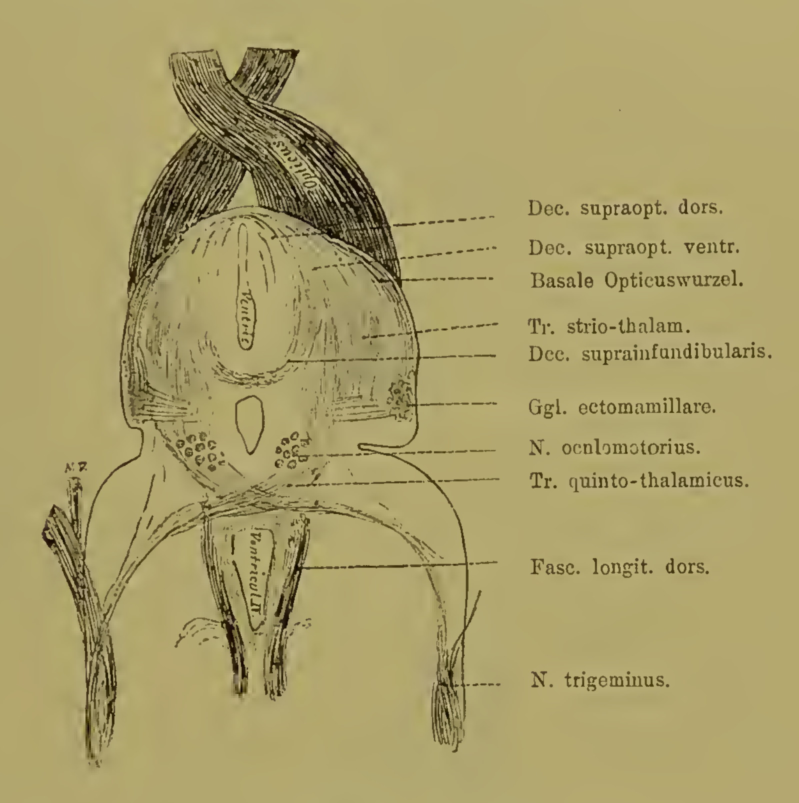


Fig. 106.

Eidechse. Horizontalschnitt durch den Hypothalamus, das Chiasma und die Oblongata.

Sind die Ganglien des Hypothalamus schon wenig gekannt, so gilt das noch mehr von den Fasermassen, die hier liegen. Fast alle stehen zu Commissuren und Kreuzungen in Beziehung. Aber noch von keiner einzigen dieser Querfaserungen wissen wir heute sicher, ob sie eine Commissur- oder eine Kreuzungsfaser ist, von keiner wissen wir, in welchem der Ganglien, zwischen denen sie einherzieht, ihr Ursprung, in welchem ihr Ende gelegen ist. Diese Einschränkung wollen Sie durchweg bei der Schilderung sich vor Augen halten, wo natürlich dem Sprachgebrauch Concessionen zu machen sind.

Zwei mächtige Querfasergruppen lassen sich unterscheiden, eine frontale, welche in der Commissurenplatte des Chiasma liegt, die Sie auf Figur 92 u. 93 in den Hohlraum des Zwischenhirnes hineinragen sehen.

und eine caudale Gruppe, welche regelmässig in der Hinterwand des Tuber cinereum und der Regio mamillaris gefunden wird.

I. Chiasmagruppe: Am weitesten ventral und frontal liegen immer die mächtigen kreuzenden Fasermassen des Sehnerven. Wir haben sie später ausführlicher zu betrachten, einstweilen wollen Sie auf Fig. 106—109 sich dieses Chiasma N. optici einmal aufsuchen.

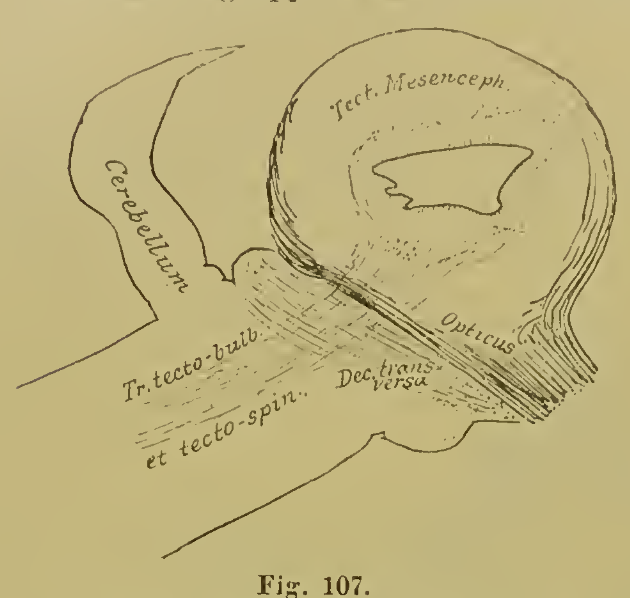


Fig. 107.
Sagittalschnitt sehr weit lateral durch das Gehirn von Varanus griseus, zeigt den Verlauf der Commissura transversa sup. vom Chiasma bis zu ihrer Endstätte.

Etwas dorsal und wenig caudal vom Chiasma findet man reichliche Querzüge, die als Decussatio supraoptica ventralis auch als Commissura transversa und als „Gudden'sche Commissur" bezeichnet werden Sie stammen aus Ganglien am caudalen Mittelhirnende, aus dem Corp. bigem. post. oder aus dem Genicnlat. mediale und enden theils gleichseitig, theils gekreuzt im Thalamus, wo bei den Vögeln und Reptilien ein deutlicher Kern für dieselben nachweisbar ist.

Tectum mesencephal.
Decuss. d. tief. Markes.
Comm. post.
Tr. strio-thalam.
Decuss. supraopt. ventr.
Chiasma.

Fig. 108.
Frontalschnitt durch das Mittelhirn von Scyllium canicula.

Am Gehirne der Selachier und Amphibien gelingt es leicht, den grössten Theil der Decussatio supraoptica ventr. in einen einzigen Schnitt zu bekommen, wie Fig. 108 lehrt, an der Sie gleichzeitig noch einmal die Bestandtheile einiger anderer früher erwähnter Kreuzungen im Mittelhirne studiren können.

Darüber liegt die Decussatio supraoptica dors., Fasern, deren Abstammung aus der Gegend hinter dem Mittelhirn, deren Ende in tiefen Ganglienzellen des Thalamus für Vögel, Reptilien nachgewiesen ist. Ueber oder zwischen beiden Commissuren sieht man bei Reptilien noch einige Fasern dicken Kalibers schlingenförmig umbiegen. Sie stammen aus der medialsten

Abtheilung der Oblongata, vielleicht aus dem dorsalen Längsbündel, Commissura ansulata. Vergl. für die Decussationes supraopticae Fig. 112.

Zu diesen 3 Systemen kommen nun bei den Fischen noch mehrere andere. Zunächst giebt es bei den Selachiern eine mächtige, dicht hinter dem Chiasma liegende Kreuzung, deren vordere Enden aus dem Telencephalon stammen, das sie als Mantelbündel, Fig. 109, 113 verlassen. Diese Kreuzung der Mantelbündel ist bei den meisten Knorpelfischen die mächtigste Kreuzung nächst dem Chiasma. An gleicher Stelle findet man auch bei den Teleostiern eine mächtige Kreuzung, Decuss. tuberis. Aber diese stammt nicht aus dem Vorderhirne, sondern sie bezieht ihre Fasern jederseits aus einem Bündel, das aus dem Ganglion anterius des Trichters entspringt, Fig. 105. Dann kommt bei Knochenfischen noch eine Kreuzung von Fasern oder ein Commissurbogen vor, der, dem Tectum opticum entstammend, mit mächtigen dicken Fasern von rechts nach links zieht. Er ist von Fritsch entdeckt und mag Fritsch'sche Commissur heissen.

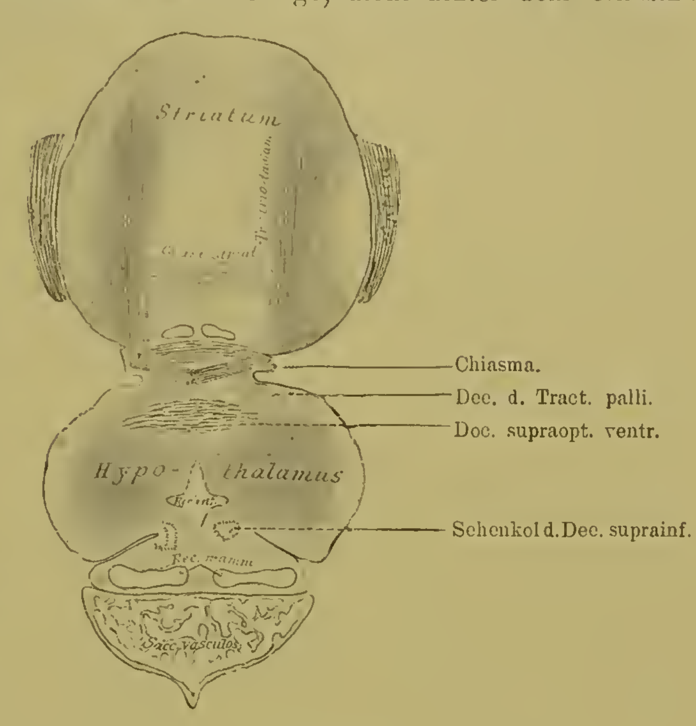


Fig. 109.
Horizontalschnitt durch den Thalamus eines Haies, Scyllium can.

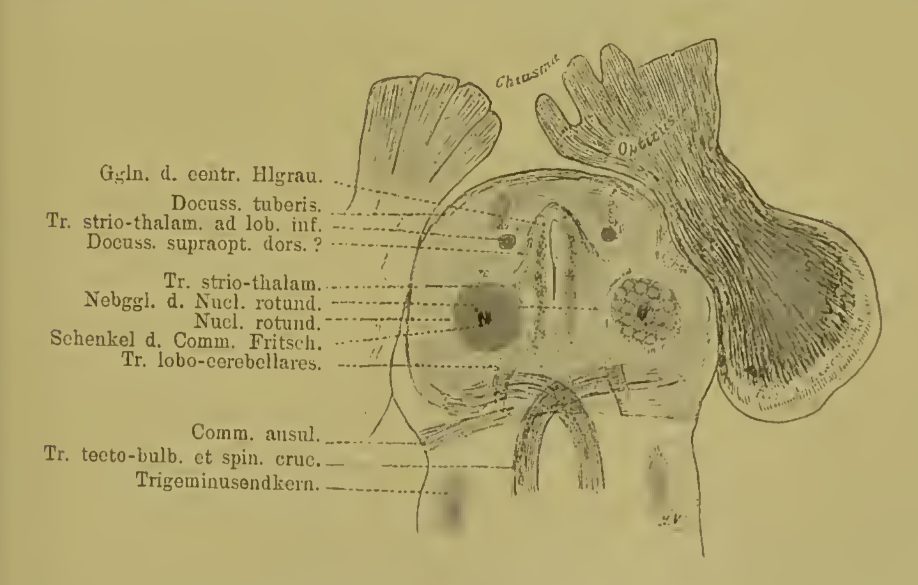


Fig. 110.
Horizontalschnitt durch den Thalamus eines Knochenfisches, Gobio fluviatilis.

Von allen diesen Zügen aber kennen wir bei den Teleostiern mit Sicherheit kaum mehr als das Mittelstück. Dass ihrer noch mehr existiren, als ich

hier erwähne, ist sicher. Herrick, dem wir die genauesten Untersuchungen über diese Dinge verdanken, zählt allein in der Frontalwand des Hypothalamus nicht weniger als 6 Kreuzungen, zu denen dann als siebente noch das Chiasma käme.

II. Die caudale Commissurengruppe, die Decussatio hypothalamica ist ebenso regelmässig bei allen Thieren ausgebildet wie die frontale, aber sie enthält nicht bei allen Klassen alle Elemente, die sie

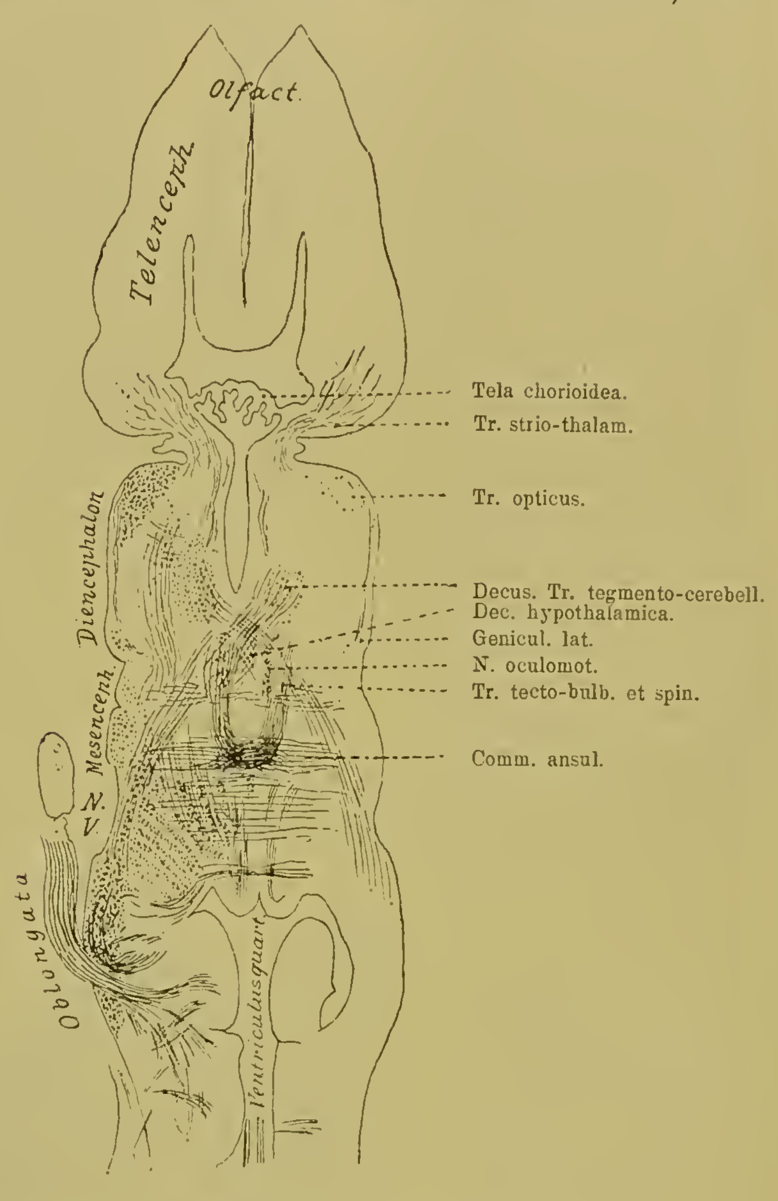


Fig. 111.

Horizontalschnitt durch das ganze Gehirn eines Haies, Scyllium canicula, zur Demonstration der Kreuzungen am Boden des Gehirnes.

gelegentlich aufnimmt. Am besten ist sie bei den Reptilien geklärt. Auch bei diesen wechselt übrigens ihre Zusammensetzung etwas.

Nur von zwei Zügen weiss ich, dass sie wohl regelmässig innerhalb der Decussatio hypothalamica kreuzen. Der erste stammt aus einem Thalamusganglion und scheint auch wieder in den Thalamus zurückzukehren, der zweite gehört einem tiefen Kernursprung des dorsalen Längsbündels an. Hierzu kommt noch wahrscheinlich auch regelmässig ein Faserzug aus den Seitenwänden des Tuber

cinereum, der direct über dem Infundibulum kreuzend als Decussatio suprainfundibularis bezeichnet werden könnte. Vielleicht kreuzen ziemlich regelmässig auch Fasern in diesem Gebiete, welche den Ganglia ectomamillaria entstammen. Wenn die Einzeltheile einmal mehr geklärt sind, wird man die Decussatio hypothalamica wohl zweckmässig in einen dorsalen und ventralen Abschnitt zerlegen. Näheres über ihre Zusammensetzung finden Sie in meinen „Studien über das Zwischenhirn der Reptilien". Frankfurt/M. 1899.

Von dem etwas unerquicklichen Bilde, das der heutige Stand unserer Kenntnisse vom Hypothalamus der niederen Vertebraten gewährt, will ich Sie nun hinwegführen zu einem erfreulicheren.

Zu den wenigen wirklich gut bekannten Bahnen im Gehirne gehören die dem Sehacte dienenden. Zwar ist des Sehnerven schon neulich anlässlich der Beschreibung des Mittelhirndaches gedacht worden, aber da wir dicht vor dem Hypothalamus alle seine Fasern endlich vereint beisammen finden, verlohnt es sich einmal, den ganzen Nerven im Zusammenhange zu betrachten.

Wir wissen heute, dass aus den grossen Ganglienzellen der Retina Theile des Sehnerven stammen (S. R. y. Cajal, Monakow), und wir wissen auch, dass ein anderer Theil aus dem Mittelhirndache selbst herabzieht, um in der Retina erst aufgesplittert zu enden. Die Retina selbst darf als ein System von über einander gebauten Neuronen angesehen werden, die theils direct, wie eben angegeben, zum Opticus in Beziehung stehen, theils sich an andere Zellen, in zweiter, in dritter und vierter Categorie den Reiz fortpflanzend, anlegen. Dazwischen liegen dann viele Zellen, die nach der Ausbreitung ihrer Ausläufer offenbar Einzeltheile der Netzhaut unter sich verknüpfen. Ich verweise Sie für diese sehr interessanten Dinge, die hier nicht genauer dargestellt werden können, auf die prächtige Monographie S. Ramon y Cajal's über die Netzhaut, von der eine deutsche Uebersetzung durch Greef vorliegt.

Aus dem Bulbus treten die Sehnerven in die Schädelhöhle. Das sind bei den Fischen, deren Augen oft viel grösser als die menschlichen sind, auch bei den Vögeln, ganz enorme Bündel, die, wenn sie einmal in das Gehirn eintreten und dort auseinander fahren, das ganze Structurbild beherrschen. Siehe Mesencephalon. An der Schädelbasis kreuzen sie — Chiasma — dicht vor dem Hypothalamus, bei den allermeisten Thieren vollständig, aber bei der Mehrzahl der Säuger nur zum Theil. Wie viele Fasern total kreuzen, das hängt wohl mit der Stellung der Augen zusammen, die bei absolut lateraler Lage, wie bei den Fischen, Reptilien u. s. w., keinen einzigen Theil des Gesichtsfeldes gemeinsam haben, während sie bei der Stellung, die wir bei den Affen und dem Menschen kennen, nur in den lateralen Abschnitten ganz getrennte Theile der Aussenwelt abbilden, die Bilder der medialen Abschnitte sich aber zum Theil decken. So erklärt es sich, dass sorgfältige Untersuchungen über das Chiasma zu sehr widersprechenden Resultaten über die Kreuzung geführt haben, je nachdem man an dem einen oder dem anderen Thiere untersuchte. Vielleicht sind sogar für einzelne Indivi-

duen der gleichen Art die Verhältnisse wechselnd. Ganz sicher ist die partielle Kreuzung bisher nur für die Säuger, besonders für den Menschen, wo Degenerationen im Sehnerven nach Verlust der Augen mit den Sehfeldbildern verglichen werden konnten, die während des Lebens aufgenommen worden waren.

So einfach wie die Kreuzung Fig. 106 und 108 dargestellt ist, ist sie aber nicht. Es durchflechten sich immer die Bündel mehr oder weniger, ja bei einigen Fischen tritt ein Nerv durch eine mächtige Spalte des anderen hindurch.

Vom Chiasma aus aber ziehen die nunmehr geeinten Bündel immer rückwärts und aufwärts, Fig. 107, überziehen den Thalamus, Fig. 79, 85 und 86, und geben dabei einen mächtigen Theil ihrer Fasercollateralen in das Geniculatum laterale ab, das an dessen Aussenseite liegt. Vergl. Fig. 98 und 99. Dadurch wird aber der Tractus nur wenig faserärmer. Er zieht nun, sich in zahlreiche Aeste spaltend, in das Mittelhirndach. Dort haben Sie ihn schon kennen gelernt. Man kann diese Aeste als Vierhügelarme bezeichnen, wie das bei den Säugern geschah, aber es ist zweckmässiger, den Namen Wurzeln beizubehalten, weil die Vierhügelarme der Säuger auch noch Fasern aus dem Grosshirne führen, deren Zuwachs erst sie characterisirt. In das Mittelhirndach treten nun die einzelnen Bündel ein, und dort splittern sie auf, von dorther ziehen auch aus Zellen andere Fasern in den Opticus hinein.

An der Figur 81 sehen Sie einen Theil der Endigungen. Sie erkennen hier auch, wie sie in naher Contactbeziehung zu den Bahnen stehen. die aus dem tiefen Marke des Mittelhirnes entspringen. Nicht nur tauchen die Dendriten der Zellen, aus welchen jene Züge zu den sensiblen Kernen des Nachhirnes und des Rückenmarkes stammen, mitten in die Opticusfaserung ein, sondern es erheben sich auch aus der sensiblen Faserung Züge von Axencylindern in die Opticusschicht.

Auf die physiologische Bedeutung dieser nahen Beziehungen der sensiblen centralen Bahnen zu den optischen Bahnen ist bisher verhältnissmässig noch wenig Gewicht gelegt worden. Doch kennen wir schon Phänomene, welche durch sie erst ihre Erklärung finden. So z. B. die merkwürdige Verkürzung der Netzhautzapfen und Stäbchen, wenn bei verdeckten Augen die Haut besonnt wird — Engelmann, van Genderen Stort. — Wenn ich oben das Mittelhirndach als ein grosses Associationscentrum für sensible Eindrücke bezeichnet habe, so lag dem die Erkenntniss zu Grunde, dass hier so überaus wichtige Bahnen in directem Contacte stehen. Die schweren Motilitätsstörungen, die Zwangsbewegungen, welche nach Verlust des Mittelhirndaches eintreten, die schweren Störungen in dem Gesammtverhalten der Thiere, die dieser Eingriff nach sich zieht, Störungen, die viel gewaltiger sind, als die nach Verletzung des Grosshirnes oder des Thalamus, finden wohl in anatomischen Anordnungen, wie ich sie hier schilderte, ihre Erklärung.

Bei allen niederen Vertebraten endet die Mehrzahl der Sehnervenfasern im Geniculatum laterale und im Mittelhirndache. Erst bei den Säugern tritt der Mittelhirnursprung an Wichtigkeit zurück gegen die Wurzelfasern, welche im Geniculatum enden. Bei diesen sind auch noch

zwei Zuzüge zum Sehnerven nicht sicher nachgewiesen, welche anderen Gebieten entstammen, eine Wurzel aus dem Ganglion ectomamillare nämlich und eine solche aus dem Ganglion isthmi. Sie sind bisher bei Fischen, Reptilien und Vögeln gesehen worden.

Soweit man bis jetzt weiss, verlaufen im Opticus ausser den an den

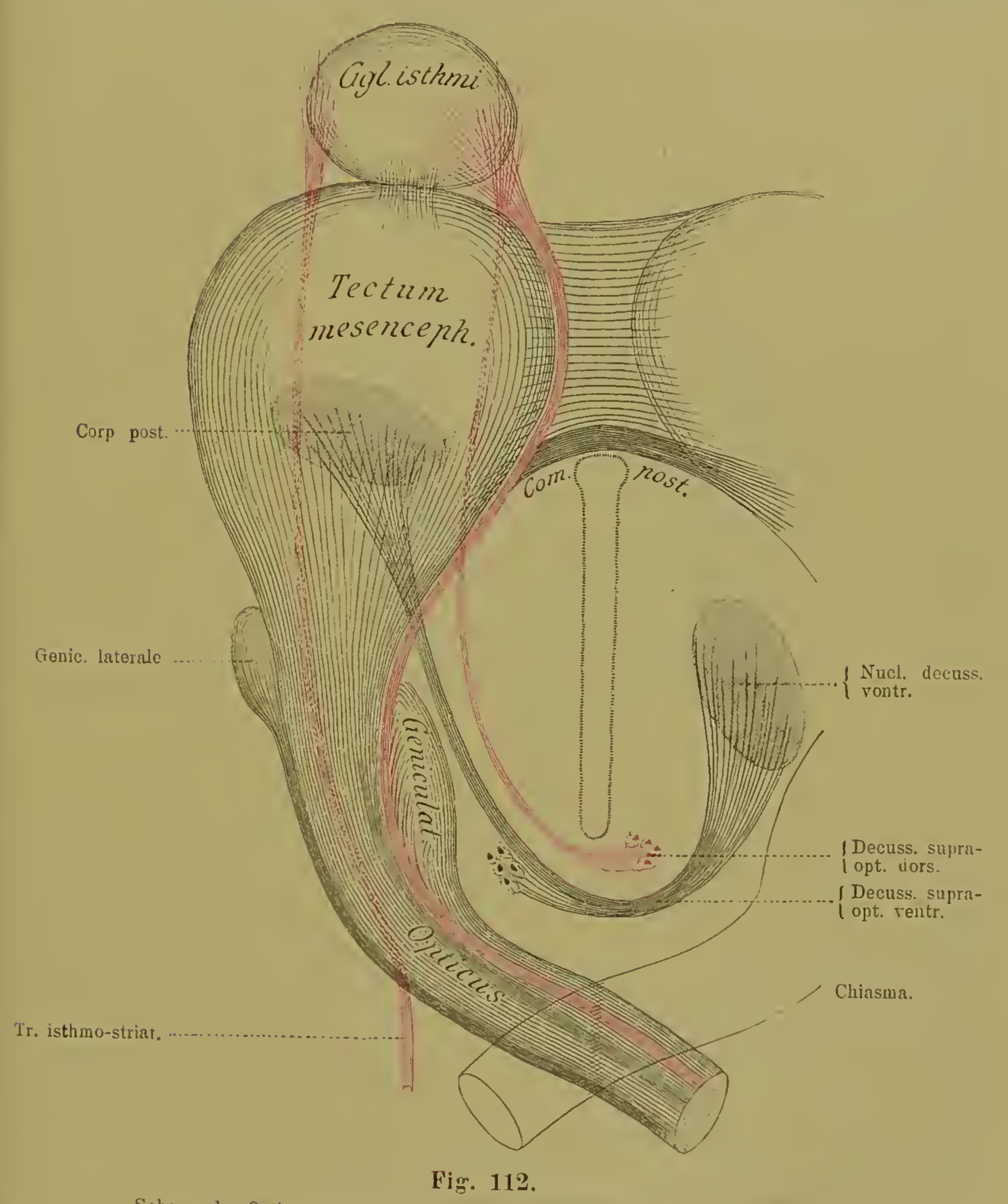


Fig. 112.
Schema des Opticusursprunges und einiger Commissuren in der Chiasmaplatte.

genannten Stätten endenden Bahnen aus der Retina auch überall Fasern, die von den Endstätten zur Retina herabziehen, Krause hat sie beim Goldfische degenerativ darstellen können.

Ich lege Ihnen in der Figur 112 ein Schema vor, welches die Verhältnisse des Opticusursprunges und einige der dem Chiasma benachbarten

Kreuzungen so darstellt, wie sie heute — wesentlich nach Untersuchungen an den ungewöhnlich grossen optischen Systemen des Vogelgehirnes — gezeichnet werden können. Es kann dieses Schema noch nicht als für alle Thierarten sicher nachgewiesen gelten, aber immerhin ist es wahrscheinlich, dass es allgemein vorkommende Verhältnisse darstellt. Denn es sind mir keine Bilder bekannt geworden, die ihm widersprechen.

Wir wollen die Betrachtung des Zwischenhirnes nicht verlassen, ohne uns daran zu erinnern, dass dieser Hirntheil im Wesentlichen, bei den niederen Vertebraten wenigstens — nur durch relativ geringe Bahnen mit dem Vorderhirne zusammenhängt. Desshalb lege ich, ehe wir gemeinsam an die Beschreibung des Vorderhirnes herangehen, Ihnen noch zum Schlusse der heutigen Vorlesung einen Schnitt vor, den ich durch

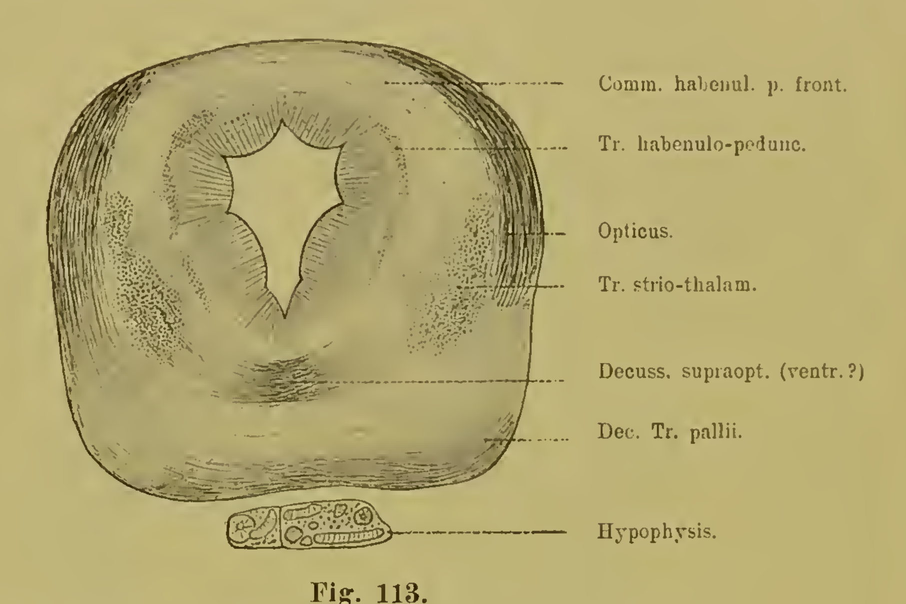


Fig. 113.
Schnitt durch den frontalsten Abschnitt des Thalamus von Scyllium canicula.

das frontalste Zwischenhirngebiet von Scyllium canicula gelegt habe, dicht hinter dem Ganglion habenulae. Da sehen Sie denn, dass so ziemlich Alles, was den Schnitt erfüllt, dem Opticus und den auf ihn folgenden Commissuren angehört, einige Fäserchen auch dem Systeme der Ganglia habenulae entsprechen, dass aber zum Vorderhirne hier nur die beiderseits ziemlich ventral liegenden Bündel der Tractus strio-thalamici hinausziehen. Wenn einmal bei den höheren Thieren die Hirnrinde sich einstellt, so gesellen sich diesen Fasern jene zu, welche aus der Rinde in den Thalamus ziehen, und jene, welche aus der Rinde weiter hinabwandern. Aber immer, bis hinauf zu den Säugern kann man aus der grossen Fasermasse, welche dann an der hier angeschnittenen Stelle als Capsula interna auftritt, die Züge aus dem Striatum noch abscheiden. Nur spielen sie dann ihrer Grösseordnung nach nur noch eine untergeordnete Rolle.

Zwölfte Vorlesung.

Das Endhirn, Telencephalon, Vorderhirn im engeren Sinne, Grosshirn.

1. Riechapparat und Stammlappen.

M. H.! Aus den Hirngebieten, welche wir bisher kennen gelernt haben, treten für die verschiedenen Thierklassen sehr verschiedene directe Bahnen in den frontalsten Abschnitt, in das Grosshirn ein. Bei den Fröschen ist nur das Zwischenhirn mit demselben verbunden, bei den anderen Vertebraten ausserdem noch das Mittelhirn, bei den Säugern kommt es schliesslich auch zu einer Verbindung mit den bei anderen Thieren viel unabhängigeren Centren, mit dem Rückenmarke. Eine directe Grosshirnbahn zum Cerebellum ist nicht bekannt, aber auch hier ist bei den Säugern auf den Wegen über den Haubenkern und über die Ponsganglien eine Verbindung möglich. Der Einfluss, den das Vorderhirn auf die tieferen Centren direct ausüben kann, ist also ein verschieden grosser, je nach der Thierklasse.

Es ist natürlich auch wichtig, zu unterscheiden, welche Theile des Vorderhirnes mit anderen Hirntheilen in Verbindung treten. Sie werden gleich sehen, dass gerade besonders wichtige Bahnen, diejenigen aus der Hirnrinde, erst relativ spät in der Reihe auftreten und noch viel später erst eine gewisse Vollkommenheit erreichen; ja, dass solche Bahnen erst bei den Säugern zu der Mehrzahl der anderen Hirntheile in Beziehung treten.

Wir können uns ein schematisches Vorderhirn leicht vorstellen, wenn wir annehmen, dass die etwa eiförmige Blase, welche sich beiderseits neben der Schlussplatte aus dem gemeinsamen Ventrikel ausstülpt, an der Basis sich verdickt, dass sie hier einen grösseren Körper entwickelt, den Stammlappen. In den Boden der Blasenwand und in ihre frontale Spitze münden die Riechnervenfaserungen, ihn können wir desshalb gleich als Riechapparat vom Stammganglion trennen. So gewinnen wir einen zweiten wohl characterisirten Abschnitt. Was nun noch als Dach und als Seitenwände von dem angenommenen Hohlkörper zurückbleibt, das heisst Mantel, Pallium.

Das Pallium kann entweder ganz aus einer einfachen Epithelplatte bestehen — Knochenfische, oder es können sich mindestens die Seitentheile zu nervösen Gebieten verdicken — Cyclostomen, oder es können auch Seitenwände und Vorderwand in die Verdickung eingehen, wie das bei den Selachiern der Fall ist, oder es kann schliesslich fast das gesammte Pallium sich in Hirnsubstanz umwandeln, wo dann nur der allercaudalste Abschnitt als Tela chorioidea den rein epithelialen Character behält. So ist der Hirnmantel bei den Amphibien und Reptilien, den Vögeln und den Säugern gebaut. Gerade die Mantelentwicklung ist von besonderem

Interesse. Die dünne Membran der Embryonen, welche bei den Knochenfischen dauernd besteht, entwickelt sich zu jenem enormen Organe, das Sie beim Menschen als die Hemisphären kennen, und mit dieser Entwicklung schreitet die Entwicklung der Fähigkeit zu höheren seelischen Handlungen voran. Rabl-Rückhard.

Der Stammlappen und der Riechapparat hingegen weisen, wie das Rückenmark, das Kleinhirn und das Mittelhirn durch die ganze Reihe hindurch wenig wesentliche Unterschiede auf.

Figur 24 zeigt sehr gut die einzelnen Theile des embryonalen menschlichen Gehirnes, die hier, da es sich auf dem abgebildeten Stadium nur um Gebilde handelt, die allerwärts wieder vorkommen, gewissermaassen als Prototyp dienen mögen. Ausserdem wollen Sie auf Fig. 67, an den vier dort abgebildeten Sagittalschnitten die verschieden grosse Mantelentwicklung schon jetzt beachten. Wir müssen aber natürlich die einzelnen Abschnitte nun viel näher studiren.

Ausser dem Ganglion habenulae und dem Systeme des Opticus existirt kein Hirntheil, der überall im Wesentlichen so gleichartig wiedergefunden wird, wie der **Riechapparat.**

Nur die Grössenverhältnisse wechseln, die Aufbauprincipien bleiben, und sie sind gerade durch Untersuchungen, die in den letzten Jahren von S. R. y Cajal, v. Gehuchten, Kölliker und mir ausgeführt wurden, endlich übersichtlich darstellbar.

Aus den Epithelien der Nasenschleimhaut, Fig. 20 *A*, laufen lange Endfäden rückwärts. Sie heissen Fila olfactoria und treten, die Siebplatte durchwandernd, in den Schädelraum ein. Diesen durchziehen sie auf einer, je nach der Thierart längeren oder kürzeren Strecke, bis sie an dem frontalen Gehirnende ankommen. Dort senken sie sich ein. Der ganze Strang, der gelegentlich auch in zwei und mehr Theile zerfallen kann, heisst Nervus olfactorius.

Morphologisch richtiger wäre Radix olfactoria. Denn ein eigentlicher peripherer Nerv, der, wie andere periphere Nerven distal von der Ursprungszelle liegt, existirt hier nicht. Der Riechnerv ist vielmehr — vergl. das Schema S. 46 — nur den Wurzeln der anderen Nerven zu vergleichen.

Diesen Riechfäden kommt nun eine frontalwärts gerichtete Ausstülpung der Vorderhirnblase entgegen. Sie bildet an der Basis einen mehr oder weniger langen Schlauch, der fast bei allen Thieren hohl bleibt. Dieser Schlauch heisst Lobus olfactorius anterior. Von der Stelle etwa ab, wo er sich in die Hirnbasis einsenkt, beginnt das caudale Riechgebiet, das bei Säugern als Lobus olfactorius posterior bezeichnet wird. Wir wollen, da bei den niederen Vertebraten der Vergleich noch nicht absolut sicher möglich ist, den vorderen Abschnitt einfach Lobus olfactorius nennen und den hinteren, welcher die ganze Basis des Gehirnes einnimmt, als Riechfeld, Area olfactoria bezeichnen.

An der Stelle, wo die Riechnervenfädchen das frontale Ende des Riechlappens erreichen, splittern sie alle, zuweilen nach Ueberkreuzungen

und Faseraustausch zu ganz feinen Endpinseln auf. Diese treten in die Lobusspitze ein, und hier kommen ihnen, aus dort liegenden Zellen stammend, andere Pinsel entgegen, die kräftigeres Kaliber haben. Die reichen Pinsel aus dem 1. Neuron des Riechapparates gerathen dabei in engen Contact mit den stärkeren Pinseln, die nichts Anderes sind, als Dendritenausläufer der Zellen, in denen das 2. Neuron beginnt.

Die vereinten Endpinsel sind auf allen Schnitten, welche die Lobusspitze treffen, dicht unterhalb der Riechnervenfädchen schon bei schwachen Vergrösserungen als kuglige Gebilde zu sehen. Man heisst sie Glomeruli olfactorii. Aus den Riechzellen zweiter Ordnung entspringen nun wieder neue Axencylinder, und diese wenden sich rückwärts zu anderen Gebieten.



Fig. 114.
Sagittalschnitt durch den Bulbus olfactorius eines Frosches. Einige Zellen durch Silber geschwärzt. Nach P. R. y Cajal.

Die eintretenden und sich vielfach immer überkreuzenden Fila olftactoria, die Dendriten der Riechzellen und die Glomeruli olfactorii zusammen erzeugen an der Lobusspitze ein eigenthümliches Bild, das auf allen Schnitten durchaus characteristisch wiederkehrt. Diese ganze Formation, welche die Lobusspitze überzieht, wollen wir als Formatio bulbaris bezeichnen. Bei den meisten Thieren macht sie eine Anschwellung vorn am Riechapparate, die man als Bulbus olfactorius bezeichnet hat. Doch ist zuweilen die Lobusspitze weiter rückwärts als der sichtbare Bulbus reicht, mit Formatio bulbaris überzogen. Namentlich zeigen einzelne Amphibien und Reptilien an der medialen Lobusseite noch eine etwas caudal gerückte, etwa eiförmige Platte von Bulbusformation.

Aus dem caudalen und dem lateralen Pole des rundlichen Bulbus sieht man dann immer die Riechbahn zweiter Ordnung, die Riechstrahlung, Tractus bulbo-olfactorius, hervortreten, welche den Lobus olfactorius zunächst überzieht, sich aber dann in einem oder mehreren Strängen zumeist an seiner lateralen Seite ansammelt und nun rückwärts zieht. Diese secundäre Riechstrahlung ist so mächtig, dass sie fast immer makroskopisch als dicker weisser Zug zu erkennen ist. Bei einigen Knochenfischen ist der Bulbus olfactorius sehr gross und weithin nach vorn in den Schädel verlagert. Dann ziehen die erwähnten Tractus als zwei mächtige weisse Stränge jederseits rückwärts zum Gehirne, und es ist

von dem nur ganz dünnen Lobus, den sie überziehen, nur bei genauer Untersuchung etwas zu finden.

Solche Stränge können leicht für die Riechnerven selbst gehalten werden. Man kann einem Strange der an der Schädelbasis von der Nasengegend her dem Gehirne zuzieht, nicht ohne Weiteres ansehen, ob er Riechnerv oder Riech-



Fig. 115.

Gehirn von Barbus fluviatilis. Sagittalschnitt nahe der Mittellinie.

strahlung ist. Nur die Lage des Bulbus entscheidet hier. Was in diesen von vorn her eintritt, ist Riechnerv, was ihn hinten verlässt, um in das Gehirn zu ziehen, ist immer Riechstrahlung. Die Riechnerven haben eine ausserordentlich dünne, vielfach unterbrochene Markscheide, die Riechstrahlung aber ist zu allermeist aus dicken markhaltigen Fasern gebildet.

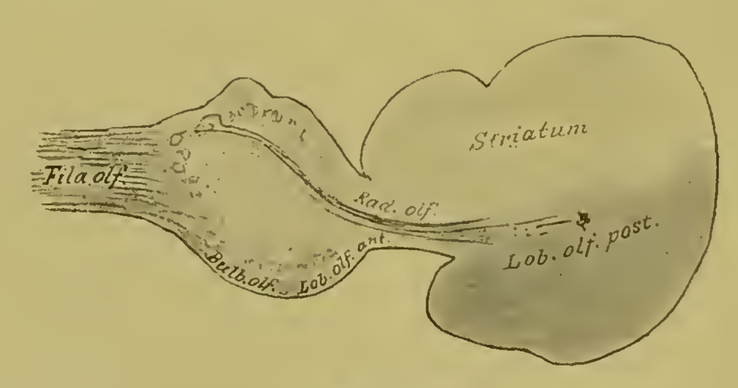


Fig. 116.

Gehirn von Perca fluviatilis. Sagittalschnitt, ziemlich lateral. Nur der Riechlappen und der Stammlappen abgebildet.

An dem Gehirn der Barbe, Fig. 115, sehen Sie diesen langgestreckten Verlauf der Tractus und das Eintreten der Fila in den Bulbus, der weit frontal von dem übrigen Gehirne liegt. Gleichzeitig demonstrire ich in Fig. 116 ein Barschgehirn, an welchem der Bulbus dem Gehirne dicht aufsitzt und demgemäss die Tractus nur kurz sind.

Das caudale Ende der secundären Riechfaserung war lange unbe-

kannt, bis C. L. Herrick zeigen konnte, dass ein Theil basal im Lobus olfactorius posterior, ein anderer weiter dorsal in einem dem Stammlappen aufliegenden Hirntheile ende. Ich habe dann diese Verhältnisse bei Fischen und Reptilien genauer studirt und gefunden, dass es sich hier um etwas Principielles, in gleicher Weise bei sehr artentfernten Thieren Wiederkehrendes handele. Den neu abgegrenzten Hirntheil, der immer dem Striatum dicht anliegt, habe ich **Epistriatum** genannt.

Für die Reptilien, wo der Körper ziemlich lateral liegt, wäre vielleicht Ectostriatum bezeichnender. Gerade bei den Reptilien hatte schon früher Meyer einen Faserzug aus dem Riechapparate in das gleiche Ganglion gesehen.

Das Epistriatum ist bei den Reptilien am schärfsten ausgeprägt und von den übrigen Hirntheilen durch den Bau gut abscheidbar. Es handelt sich um eine zur Halbkugel gerundete Platte grosser Ganglienzellen, die bei einigen Arten — s. die Abbildung von Varanus Fig. 117 — sogar noch eine Oberflächenvergrösserung durch Fältelung erfährt. Bei den Schildkröten ist die Platte kleiner

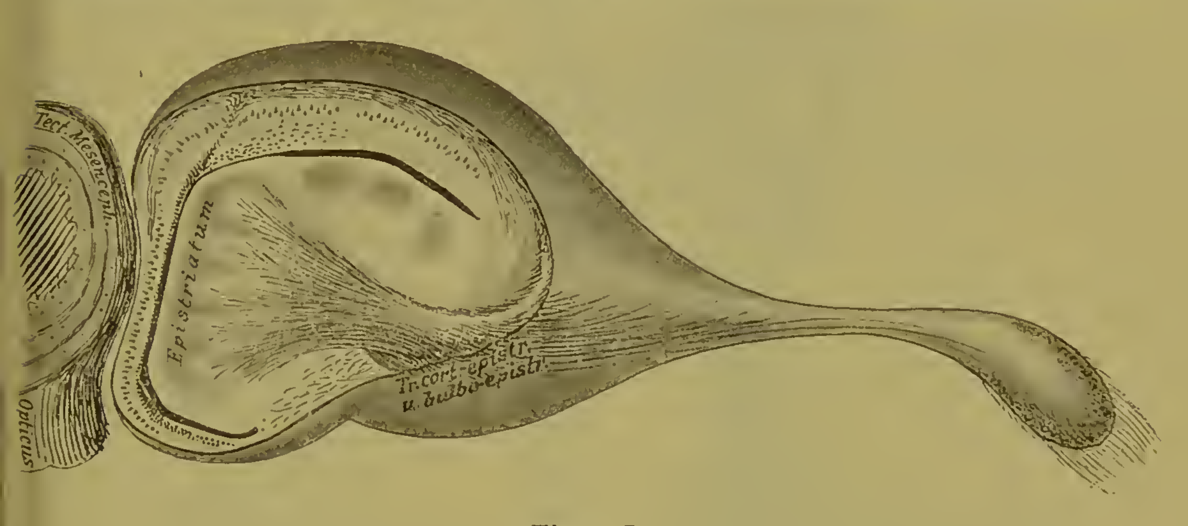


Fig. 117.

Ein Varusgehirn ca. 1 : 10 vergr., seitlich angeschnitten. Markscheidenfärbung. Zeigt den Verlauf der medialen Faserung aus dem Bulbus olfactorius.

als bei den anderen Reptilien. Hier aber erkennt man deutlich, was bei den anderen weniger gut nachweisbar ist, dass nämlich die ganze Zellenlage sich in die ähnliche Zelllage der Rinde direct fortsetzt, Fig. 140. Da bei den Fischen ein Epistriatum, aber keine Rinde vorhanden ist, so muss jener Körper unabhängig von dem rindenbedeckten Mantel entstanden sein. Es ist mir nicht gelungen, bei Scyllium die Riechstrahlung durch Abtrennen vom Bulbus olf. (binnen 3 Wochen) zur Entartung zu bringen.

Die Riechstrahlung ist bei den Vögeln ungemein spärlich, da diese nur einen ziemlich atropischen Geruchsapparat haben. Desshalb ist es noch nicht gelungen, bei ihnen den Verlauf der erwähnten Züge und die Lage des Ganglion epistriaticum sicher zu stellen. Bei den Säugern sind die Tractus aus dem Bulbus wohl bekannt. Man sieht sie an der Hirnbasis rückwärts ziehen und erkennt, dass sich aus ihnen fortwährend Züge in den Lobus olfactorius posterior einsenken, vielleicht auch in die Rinde des Lobus olfactorius anterior. Die caudalsten Enden sind noch nicht ganz sicher gestellt. Es ist möglich, dass das, was man Mandelkern nennt, oder auch das Claustrum dem Epistratum der niederen Thiere entspricht.

Es endet also der medial liegende Theil der secundären Riechbahn im Epistriatum. Tractus bulbo-epistriaticus.

Ein anderer, der laterale, findet in weiter ventral gelegenen Theilen des Hirnstammes, im Lobus olfactorius anterior und posterior sein Ende. Tractus bulbo-corticalis. Schon bei den Knochenfischen, dem Karpfen z. B., sieht man, dass lateral von den mächtigen Zügen zum Epistriatum, die als mediale Riechstrahlung bezeichnet werden könnten, dünnere aber noch immer kräftige Faserbündel sich in die Area olfactoria einsenken. Diese laterale Riechstrahlung verschwindet in sanft ansteigendem Zuge innerhalb des Lobus olfactorius post., der übrigens bei oberflächlicher Betrachtung nicht vom Striatum, dessen ventralen Abschnitt er bildet, zu trennen ist.

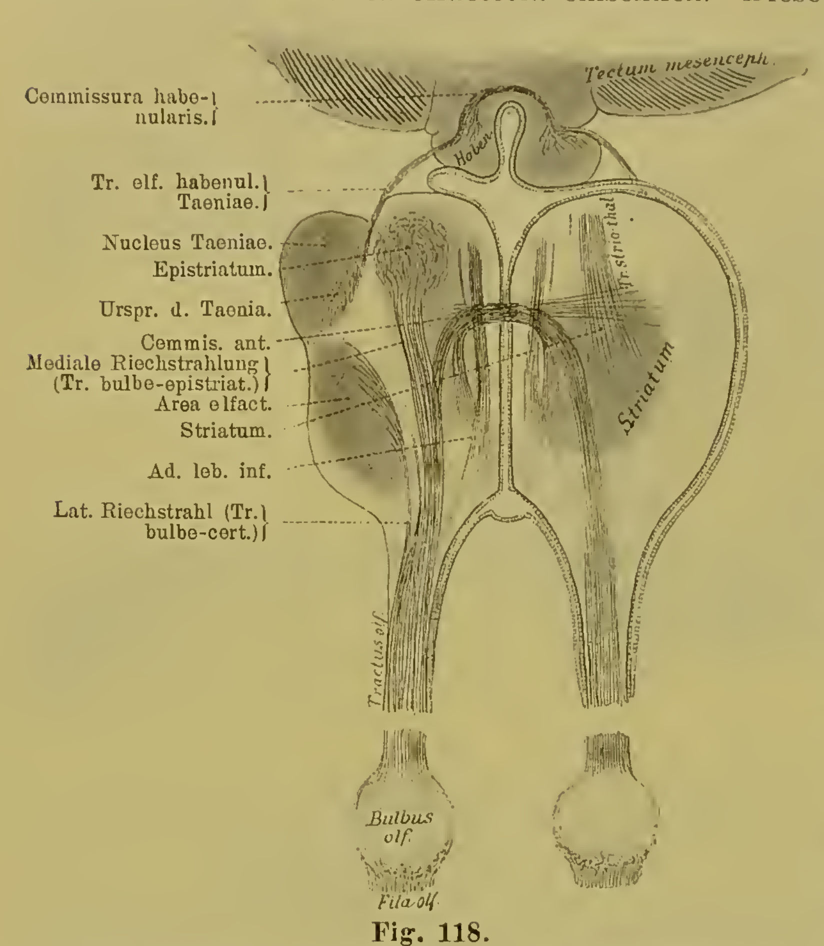


Fig. 118.

Schema eines Horizontalschnittes durch das Gehirn von Cyprinus carpio. Nach Untersuchungen, die ich gemeinsam mit Frl. Dr. A. Hamilton angestellt habe. Zeigt einzelne Unterabtheilungen des Stammlappens und den Verlauf der Riechfaserung. Alle Theile in eine Ebene projicirt.

Innerhalb des Lobus olfactorius, respective schon an seiner Peripherie, treffen die Enden der Riechnervenfasern auf die Aufzweigungen von Ganglienzellfortsätzen, die da liegen. Sie übertragen, da diese Ganglienzellen unter sich und mit weiter caudal liegenden, auch mit gekreuzten analogen Partieen verbunden sind, das was sie zuleiten, auf einen relativ complicirten Receptionsapparat.

Bei den Selachiern, deren Gehirn von Botazzi gut studirt worden ist, ziehen die Richtstrahlungen aus den oft dem Gehirne sehr dicht aufsitzenden Bulbis sowohl in das ventrale Gebiet, als auch in die äusseren Schichten des dorsalen Mantels. S. Figur 119.

Aehnlich scheinen — Gaupp, P. y Cajal — die Verhältnisse bei dem Frosche zu liegen, wo auch aus dem Bulbus Züge nicht nur in die Basis, sondern auch in den lateralen Mantel bis weithin rückwärts ge-

langen. Auch bei den Reptilien ziehen ausser den relativ starken Faserantheilen, welche in die basal liegenden Riechlappen treten, noch viele Fasern in die äussere Schicht des frontalen Mantelpoles hinein, Fig. 122. Es scheint somit, dass dieser zweckmässig noch zum Riechhirne gezählt wird. Bei den Säugern ist der dorsale Riechlappenantheil nicht mehr nachweisbar oder doch in den ventralsten Schichten des da mächtig gewordenen Mantelgebietes verborgen. Hier sind bisher nur die Züge zum ventralen Riechgebiete bekannt.



Fig. 119.
Frontalschnitt durch das Vorderhirn von Scyllium canicula.

Fast immer ist der Lobus olfactorius von dem eigentlichen Mantel des Vorderhirnes durch eine Furche scharf getrennt, die beim Frosch auch auf der Dorsalseite gut sichtbar ist.

Wir kennen also jetzt die primäre Riechbahn aus den Epithelien der Nase zum Bulbus olfactorius und eine secundäre vom Bulbus ausgehende Bahn. In dieser haben wir, für die niederen Vertebraten wenigstens, zwei verschiedene Theile nachweisen können. Solche aus dem Bulbus zu der Oberfläche des Lobus olfactorius, deren grösster Theil sich in die basale Oberfläche einsenkt — Tractus bulbo-corticales dorsales, ventrales und laterales. Dann Fasern aus dem Bulbus zum Epistriatum: Tractus bulbo-epistriatici.

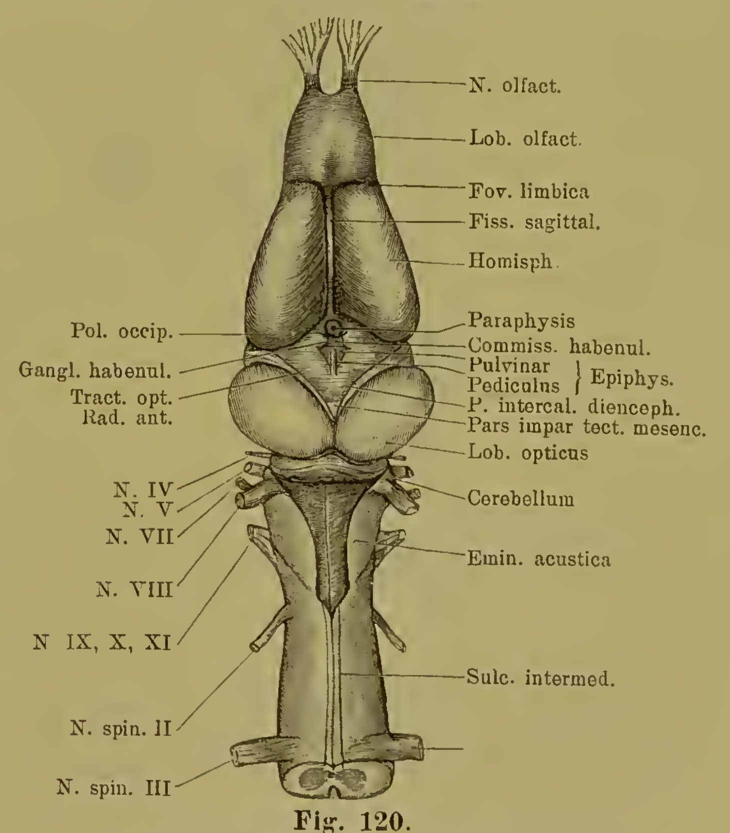


Fig. 120.
Gehirn des Frosches. Dorsalansicht. Nach Gaupp.

Von den Endstätten der secundären Riechbahnen leiten dann wieder Faserzüge weiter zu anderen Hirntheilen.

Zunächst ist der centrale Riechapparat regelmässig durch eine Faserbahn mit dem Epithalamus, speciell mit den Ganglia habenulae verbunden. S. Fig. 118. Tr. olf.-hab. taeniae.

Aus dem caudalsten Theile des hinteren Riechlappens, dem Gebiete also, wo ein guter Theil der Riechstrahlung um Ganglienzellen herum aufsplitternd geendet hat, erhebt sich bei allen Wirbelthieren ein kräftiges Faserbündel dorsalwärts. Es entspringt meist aus einer eigenen Kernansammlung, dem Nucleus taeniae. Das Bündel zieht rückwärts und aufwärts, bleibt frontal vom Opticus und geht schliesslich in die Ganglia habenulae ein, welche Sie bei der Betrachtung des Epithalamus kennen gelernt haben. Dort betheiligt es sich an der Commissura habenularis, die wahrscheinlich nur ein gekreuzter Ursprung desselben ist. Der Zug heisst Tractus olfacto-habenularis. Mit anderen Bündeln vereint, bildet er die Taenia thalami optici.

Auf dem Wege vom basalsten Gebiete des Vorderhirnes hinauf zum Epithalamus bleibt die Taenia bei allen Thieren immer frontal vom Tractus opticus. Bei den niederen Vertebraten liegt sie diesem dicht benachbart, ist zuweilen

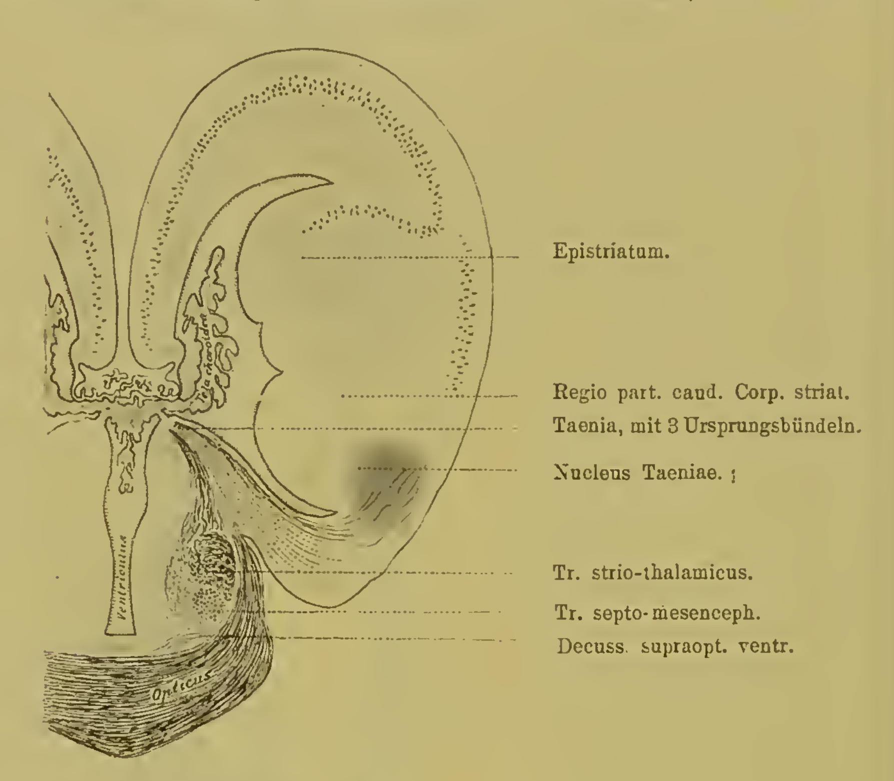


Fig. 121.

Der Ursprung der Taenia.

Frontalschnitt durch den caudalsten Abschnitt des Vorderhirnes, von der Sumpfschildkröte, Emys lutaria. Dorsal das Pallium mit der Rinde, ventral links das Uebergangsgebiet zum Thalamus mit dem unten liegenden Chiasma, rechts das caudale Endo des Riechfeldes, aus dem sich die Tractus olfacto-habenulares erheben.

streckenweise schwer von ihm abzuscheiden, Fig. 121, bei den höheren aber, wo die Thalamusganglien so grosse Ausdehnung erlangt haben, wird durch jene der vom Mittelhirne zum Chiasma herabziehende Sehtractus von der Taenia abgeschoben. Dann verlaufen beide Züge, durch die Thalamusbreite von einander getrennt, die Taenia medialer als der Opticus. Fig. 100—102.

Eine zweite Verbindung geht der centrale Riechapparat mit der Palliumrinde ein.

Diese Verbindung fehlt sicher den Knochenfischen, ist bei den Selachiern und Amphibien vorhanden und tritt jedenfalls bei den Reptilien und den Säugern kräftig in Erscheinung. Für die Vögel ist sie sehr wahrscheinlich, aber noch nicht mit wünschenswerther Sicherheit festgelegt. Die Fasern, um die es sich

hier handelt, mögen als Tractus cortico-olfactorii bezeichnet werden. Sie entspringen an der medialen Seite des Gehirnes aus dem Lobus olfactorius anterior und aus dem Riechfelde und erheben sich, an der Scheidewand der Hemisphären hinaufziehend, zu der dorsaler gelegenen Rinde. Fig. 122 Tr. cort-olf. septi.



Fig. 122.
Sagittalschnitt durch ein Eidechsengehirn. Schema mit eingezeichneten Geruchsbahnen.

Die Rindenriechapparatbahn ist, wie Sie später sehen werden, die älteste Verbindung, welche der Hirnmantel mit einem Sinnesapparate einging. Es wird ihrer, schon dieser principiell wichtigen Stellung wegen, später noch zu gedenken sein, wenn wir die Entwicklung des Hirnmantels besprechen.

Das Rindencentrum des Riechapparates erreicht bei den Säugern seine höchste Ausbildung. Hier entwickeln sich in ihm zahllose Associationsapparate, es vergrössert sich seine Oberfläche ganz enorm, und es kommt zur Abscheidung ganzer Lappen — Lobus cornu Ammonis, Lobus pyriformis.

Diese Hirntheile sind aufzufassen als hochorganisirte Centren, die ihre Anregung zwar aus dem niederen, bei den Fischen isolirt vorhandenen Riechmechanismus erhalten, aber durch ihren Bau zu ausgedehnter Eigenthätigkeit befähigt sind. Es addirt sich also in der Thierreihe zu dem niederen Riechmechanismus, allmählich an Ausdehnung zunehmend, noch ein höherer.

Nachdem nun so eine Uebersicht über das gegeben ist, was heute

für den Riechapparat der Wirbelthiere bekannt ist, lege ich Ihnen in Fig. 122 die Abbildung eines idealen Sagittalschnittes durch ein Eidechsengehirn vor, an welchem Sie noch einmal alle die einzeln geschilderten Theile in ihrem Zusammenhange studiren wollen. Die Faserung wird Ihnen nun ohne Weiteres klar sein, wenn Sie sich einmal mit den Umrissen vertraut gemacht haben. Vorn liegt der Riechlappen, bedeckt von der Formatio bulbaris, in welche die Riechnervenfäden, aus den Zellen der Nase kommend, münden. Hinter ihm an der Basis die Area olfactoria mit dem ganz caudal liegenden Nucleus taeniae und über dieser das Epistriatum, dem sich medial und vorn das Striatum anschliesst. Ueber das Ganze spannt sich der Mantel aus, welcher die Rinde trägt. Das Schema ist für alle Wirbelthiere gültig, wenn Sie die Mantelverbindung weglassen, die, wie erwähnt, erst bei den Amphibien auftritt. Dass jene Rindenverbindung zum Riechen an sich nicht absolut nöthig ist, das beweisen die Knochenfische, welche, mit vortrefflich ausgebildetem Geruchsapparate begabt, doch keinerlei Mantelverbindung besitzen.

Alle Hirntheile, welche irgendwie zum Geruchsapparate in Beziehung stehen, sind mit den gleichartigen Theilen der gekreuzten Seite durch kräftige Faserzüge verbunden. Diese Züge kreuzen alle an einer einzigen Stelle vereint die Mittellinie. Die Kreuzung, die man, alle Züge zusammenrechnend, als Commissura anterior bezeichnet, liegt in der Lamina terminalis, nahe deren Basis, Figuren 22, 92 u. 93, und ist überaus constant. Die verschiedenen Züge sind bisher am besten von den Reptilien bekannt. Doch spricht Alles, was man bisher weiss, dafür, dass bei den übrigen Vertebraten die Dinge sich gleich wie bei jenen verhalten.

Man kann bei den Reptilien unterscheiden: Einen Zweig, der die Lobi olfactorii beider Seiten unter einander verknüpft. Ramus connectens Lob. olf. Dieser entspringt mit seinen frontalsten Aesten schon ganz vorn, dicht an der Formatio bulbaris, und zieht dann rückwärts, um in der Lamina terminalis auf die andere Seite überzugehen. Ein Horizontalschnitt dieses bestcharacterisirten Zweiges gleicht etwa einem Hufeisen, dessen Schenkel in die Riechlappen ziehen, Fig. 123. Ein zweiter Zug verknüpft, direct von rechts nach links hinüberstreichend, die Corpora epistriat. unter einander. Ramus epistriaticus. Schliesslich liegt innerhalb des Systemes der Commissura anterior noch ein Faserzug, welcher dem basalsten Rindengebiete lateral vom Striatum angehört, Ramus corticalis. Dieses Rindengebiet werden wir erst später zu studiren haben, wenn ich Ihnen den Hirnmantel beschreibe. Dann wird auch des zweiten Systemes von Riechcommissuren zu gedenken sein, desjenigen, welches die gesammte Riechrinde der einen Seite mit derjenigen der anderen verknüpft. Es sind das Fasern, welche, da sie dem Mantel entstammen, dorsal von der Commissura anterior einherziehen und den Fischen noch völlig fehlen. Sie sind in der Fig. 123 als Commissura palii ant. und posterior bezeichnet. Gewöhnlich werden sie Psalterium genannt.

Es ist wahrscheinlich, dass bei den Fischen und Amphibien Fasern aus (dem Olfactoriusschenkel?) der Commissura anterior rückwärts in den Hypothalamus ziehen. Diese sind auf dem Schema, Fig. 123, nicht aufgenommen.

Dem Riechapparate liegt das Stammganglion, Corpus striatum auf. Das ist ein etwa eiförmiger Körper, der von der Hirnbasis in die

Höhle der Ventriculi cerebri hineinragt und immer, von den Fischen bis hinauf zum Menschen, an der gleichen Stelle liegt.

Er ist, weil der Hirnmantel über ihn hinwegzieht, gewöhnlich nicht am unverletzten Gehirne sichtbar, liegt vielmehr am Boden des vom Pallium bedeckten Ventrikels. Nur bei den Teleostiern, wo das Pallium aus einer dünnen Membran besteht, ist er durch diese hindurch wohl erkennbar. Er bildet da den Hirntheil, welchen man gewöhnlich als Vorderlappen bezeichnet. Je mehr sich — bei Säugern — das Pallium und seine Faserung entwickelt, um so unbedeutender erscheint der bei niederen Vertebraten relativ so mächtige Körper. Auf der Abbildung des Schellfischgehirnes, Fig. 44, erkennen Sie das Stammganglion in der mächtigen

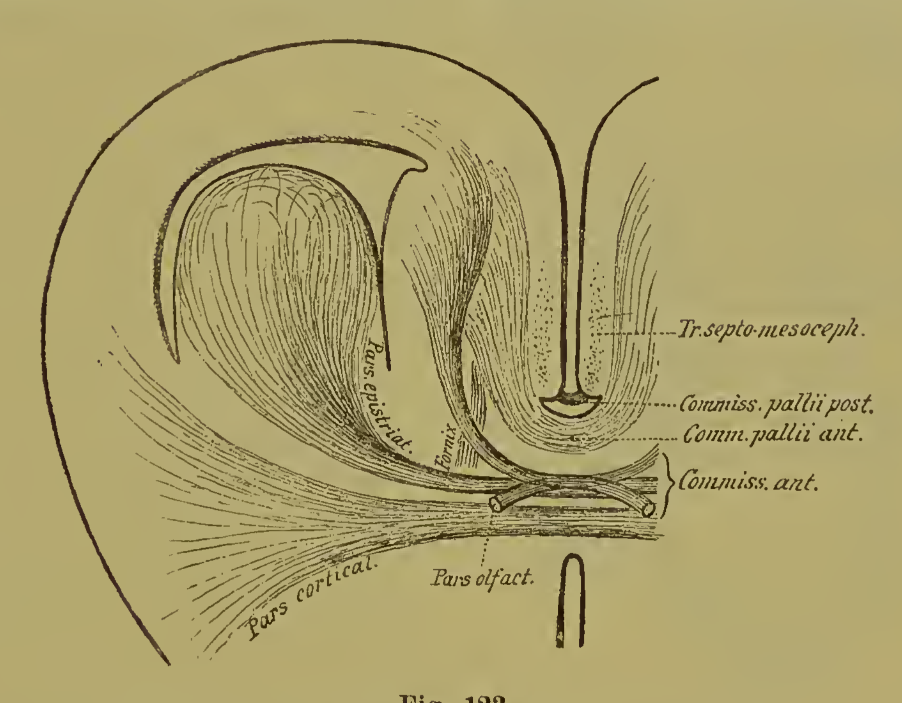


Fig. 123.
Schema der Commissuren bei einem Reptil. Vergl. auch Fig. 118.

grossen Anschwellung am Stirnende. Wollten Sie diese Abbildung etwa in ein Säugergehirn überführen, so müssten Sie sich die Hemisphären, welche den Knochenfischen ganz fehlen, darüber zeichnen. Das abgebildete Fischgehirn ist morphologisch einem menschlichen Gehirne zu vergleichen, dem man die Hemisphären mit Schonung des Striatums abgetragen hat.

In dem mächtigen Vorderlappen der Fische hat Herrick schon eine Anzahl Einzelganglien abgeschieden. Soweit ich sehe, besteht er im Wesentlichen aus dem basal und lateral liegenden Lobus olfactorius posterior, aus dem dorsal und mehr caudal liegenden Epistriatum und aus dem echten Striatum, das zwischen beide eingefügt ist. Ausserdem keilt sich in den Raum, welcher lateral zwischen Epistriatum und Riechlappen frei blieb, ein vorn spitzer, hinten breiter werdender Körper ein, der in der caudalen Verlängerung des Riechlappens liegt, diesen hinten weithin überragt und, weil er die Taenia zum Ganglion habenulae sendet, als Nucleus taeniae zu bezeichnen wäre. Diese 4 Ganglien

setzen also den Vorderlappen zusammen. Die Beziehungen der zum Riechapparate gehörenden kennen Sie nun schon. Was uns hier wesentlich interessirt, ist das Striatum. Siehe Fig. 118.

Meine Untersuchungen an Reptilien und diejenigen von Gehuchten an Knochenfischen ergaben, dass in den grossen multipolaren Zellen, welche gerade im Centrum des Striatums liegen, mächtige Faserbündel entspringen, und dass auch Fasern, die von hinten herkommen, im Striatum aufgesplittert enden.

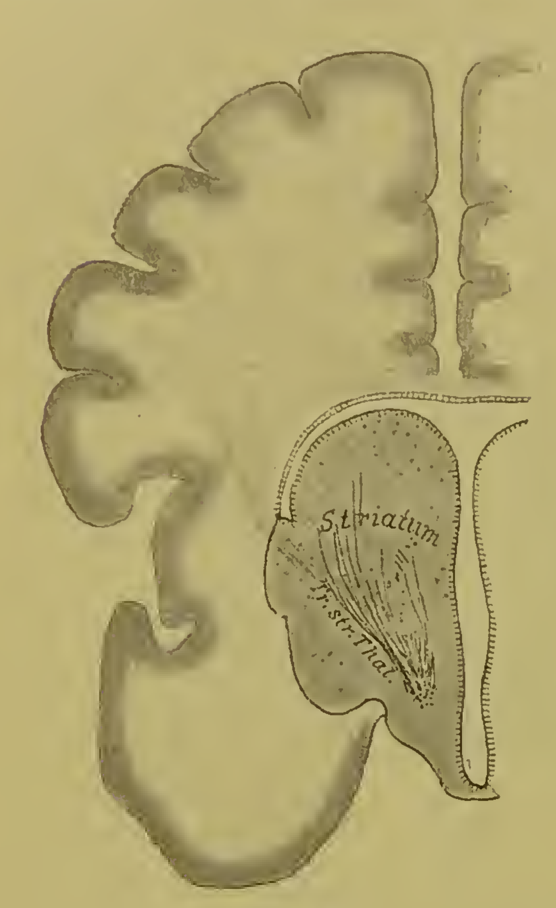


Fig. 124.

Frontalschnitt durch das Vorderhirn eines Teleostiers, Corvina nigra, nach hinten unten schräg abfallend. Eingezeichnet in die Contour eines Säugergehirnes, um das Verhältniss von Stammganglion und Mantel zu zeigen.

Die ganze Faserung habe ich früher als basales Vorderhirnbündel bezeichnet. Da fast alle ihre Züge in den Ganglien des Thalamus und des Metathalamus enden, so ist der Name Tractus strio-thalamici der zweckmässigere. Wir sind diesen Tractus schon bei der Beschreibung des Zwischenhirnes begegnet, und ich bitte Sie, jetzt noch einmal die Figuren 88 und 97 zu studiren, wo sie gut erkennbar sind. Durch die Tractus strio-thalamici wird das Stammganglion des Vorderhirnes auf das innigste mit den Ganglien des Zwischenhirnes verknüpft. Sie sind ungemein constant, und wenn sie auch bei den Knochenfischen wegen Fehlens einer anderen Faserung aus dem Vorderhirne besonders leicht erkennbar sind, so ist es doch gelungen, sie bei den Amphibien, Fig. 91 und 97, bei den Reptilien, Fig. 88, 98, 99, den Vögeln, Fig. 100—102, 103 und den Säugern nachzuweisen. Natürlich treten sie gerade bei den letzteren, wo die Faserung aus der Rinde in das Zwischenhirn und in caudaler gelegene Hirntheile besonders stark ausgebildet ist, zurück.

Es war erst möglich auf entwicklungsgeschichtlichem Wege und dann auch durch Studium von Degenerationen sie da aufzufinden. Nimmt man einem Hunde das ganze Mantelgebiet weg — Monakow ist es an Neugeborenen, Goltz an erwachsenen Thieren gelungen, derartig Verstümmelte lange am Leben zu erhalten — so degeneriren, wie Monakow und ich fanden, alle aus diesem stammenden Züge, und es bleibt nur die Striatumfaserung erhalten, die dann bei Färbung der Schnitte sofort klar in die Augen springt.

In Figur 121 habe ich versucht, weil Ihnen ja die Verhältnisse am Menschen wohl bekannter sind, einen Schnitt durch das Stammganglion

eines Knochenfisches in die mehr schematisch gehaltenen Contouren eines menschlichen Gehirnes einzuzeichnen. Sie sehen sofort, dass dann die Striatumfaserung in das Gebiet fällt, welches bei Säugern als vorderer Schenkel der Capsula interna bezeichnet wird. Bei dem Knochenfische verschwindet das dünne Mantelgebiet gegenüber dem Striatum fast ganz, bei dem Säuger ist das Verhältniss fast umgekehrt, bei den Vögeln aber, wo gerade das Stammganglion besondere Grösse erreicht, macht dieses trotz Vorhandensein eines nervösen Mantels doch die Hauptmasse des ganzen Vorderhirnes aus.

Bei den Amphibien, den Schlangen, den Eidechsen und dem Alligator ragen die beiden Theile des Stammlappens von der Hirnbasis aus frei in den Ventrikel hinein, die Rinde ist nur lateroventral auf eine kurze Strecke ihnen fest verbunden; ein breiter Spalt, ein laterales Horn des Seitenventrikels liegt auf dem grössten Theile der Aussenwand zwischen Stammlappen und Mantel. Erst un-

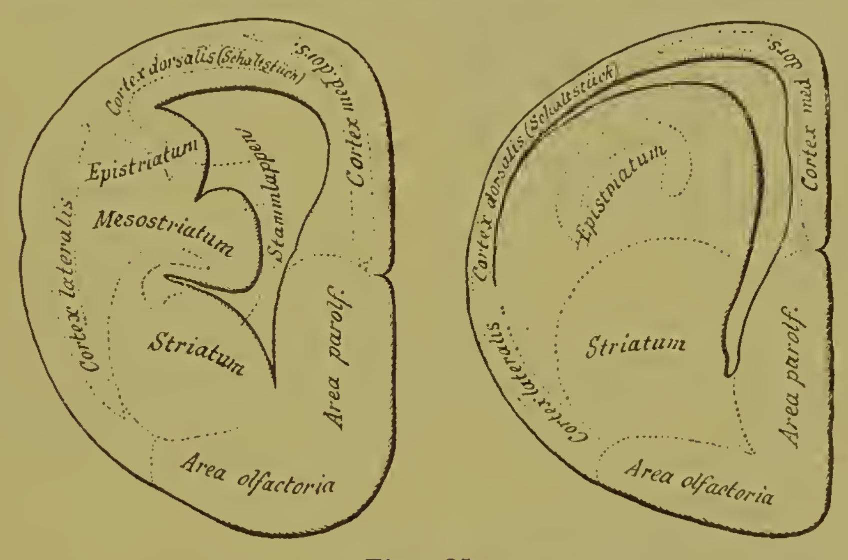


Fig. 125.

Typus eines Frontalabschnittes durch das Gehirn *a.* einer Chelone. *b.* einer Eidechse.

weit der Hirnbasis verschmelzen beide zu einer Masse. Hier grenzen dann Mantel und Area olfactoria dicht an einander. Die Rinde, welche an dieser Stelle in nicht ganz regelmässiger Lage über den Stammtheil des Gehirnes aussen hinwegzieht, ist bei den Vögeln und den Säugern längst als ein Besonderes aufgefallen und als S t r e i f e n h ü g e l r i n d e etc. beschrieben.

Anders aber verhält sich das Gehirn der grossen Schildkröten. Das Epistriatum ist hier nämlich enorm entwickelt und der Stammlappen auf die allergrösste Ausdehnung mit der lateralen Mantelwand verbunden. Es existirt kaum ein laterales Ventrikelhorn. Bei den Schildkröten sind auch Striatum und Epistriatum durch eine tiefe Furche geschieden. Das Epistriatum ist hier so enorm entwickelt, dass es auf eine lange Strecke hin, in den Ventrikel sich umbeugend, überhängt. Auch das Striatum ist sehr gross. In ihm vermag man bei Emys und Chelone wieder 2 Abtheilungen, eine dorsale und eine ventrale, zu unterscheiden. Die erstere, welche ebenfalls durch eine Längsfurche von der ventralen geschieden ist, mag vorläufig als M e s o s t r i a t u m bezeichnet werden. Dieser wenig präjudicirende Name ist absichtlich gewählt. Aber ich habe gegründete Vermuthung, dass hier jene Theilung des Linsenkernes in Einzelglieder sich bemerkbar macht, welche bei den Säugern zur Trennung in Putamen und

Globus pallidus geführt hat. Dem Putamen und dem Kopfe des Caudatus entspricht, wie die durch die Thierreihe hindurch fortgesetzte Vergleichung und die Beziehungen der abgehenden Faserung zeigt, das Striatum allein.

Die enorme Entwicklung des Stammganglionapparates bei den Schildkröten, namentlich die Ausbildung eines Mesostriatums und des grossen Epistriatums, das Verschwinden des seitlichen Ventrikelhornes und das so völlig von dem der anderen Reptilien verschiedene Hirnquerschnittbild erinnern sehr an das Vogelgehirn. In der That fand ich dort ganz ähnliche, nur noch weiter entwickelte Anordnungen. Das Verhältniss von Hirnrinde zu Stammlappen bei den Eidechsen nimmt schon bei den Schildkröten sehr ab zu Ungunsten der Rinde. Das Schildkrötengehirn mit seinem enormen Stamme und der geringen Entwicklung des Mantels ist dem Vogelgehirne ähnlicher als irgend ein anderes Reptiliengehirn. Seine Hauptmasse besteht, ganz wie die des Vogelgehirnes, aus dem enormen Stammlappen, über den sich ein nur kleines Mantelstück legt.

Das Stammganglion der Vögel und der Säuger ist bisher nur in seinen hauptsächlichsten Anordnungen klar, viel fehlt noch, dass wir es, namentlich auch seinen Unterabtheilungen nach, völlig übersehen. Nur eines ergiebt sich jetzt schon aus meinen Degenerationsversuchen: Weder bei Reptilien, noch bei Vögeln, noch bei Säugern kann man durch Entfernung des Stammganglions Theile zur Degeneration bringen, welche weiter caudal als das Mittelhirn liegen. Es spricht Alles dafür, dass der mächtige und constante Hirntheil des Striatums seine Faserung im Wesentlichen im Thalamus und im Hypothalamus erschöpft. Die einzelnen Bündel der Tractus strio-thalamici sind natürlich verschieden stark ausgebildet je nach der Grösse der Thalamusganglien, zu denen sie gehen. Beispielsweise ist bei den Knochenfischen der Zug zu dem mächtigen Hypothalamus dieser Thiere ganz enorm, Tr. strio-hypothalamicus, während er bei den übrigen Thieren oft nur schwer aufzufinden ist.

Die höheren Vertebraten, die Vögel und die Säuger, lassen im Aufbaue des Stammganglions noch eine besondere Gliederung erkennen. Bei den Säugern zerfällt es nämlich durch die Fasern aus der Rinde, welche es durchschneiden, in einen lateralen und in einen medialen Abschnitt. Der erstere wird als Putamen, der letztere als Nucleus caudatus bezeichnet. Dem Putamen liegen aber medialwärts noch einige Ganglien an, die, in ihrem Wesen noch unverstanden, sich so dicht an jenes gliedern, dass man sie — Globus pallidus — ihm zurechnet und den ganzen Complex als Nucleus lentiformis bezeichnet. Davon wird in einer späteren Vorlesung ausführlicher die Rede sein. Heute will ich nur erwähnen, dass bei den Vögeln das Putamen und die beiden Glieder des Globus pallidus sich nachweisen lassen, dass aber die Trennung dieses ganzen Apparates von dem medialer liegenden Nucleus caudatus dort nicht so scharf ist, wie bei den Säugern, weil eben die Strahlung aus der Rinde, welche bei den Säugern als Capsula interna beide trennt, bei den Vögeln nur gering entwickelt ist. Immerhin kann man mit Sicherheit bei den Vögeln erkennen, dass aus dem ganz lateral liegenden Putamen ein dicker Zug sich einwärts begiebt, wo er auf die Fasern trifft, welche

aus dem übrigen Theile des Striatums stammen. Die beiden Bündel zusammen begeben sich dann in die Thalamuskerne. Fig. 101—103 u. 126. Die Tractus strio-thalamici setzen sich also auch bei den Vögeln, ganz wie bei den Säugern, zusammen aus einem medialen Bündel und einem solchen, das von aussen her jenem sich zugesellt. Das laterale Bündel umgreift bei den Säugern an der Hirnbasis den grössten Theil der Faserung, welche aus der Rinde herabströmt. Es wird dort Linsenkernschlinge genannt. Das mediale entspricht bei Vögeln und Säugern nach seiner Lage ganz demjenigen, welche ich Fig. 124 von einem Knochenfische abgebildet habe. Es befindet sich also unter den Fasermassen, welche man als Capsula interna bezeichnet.

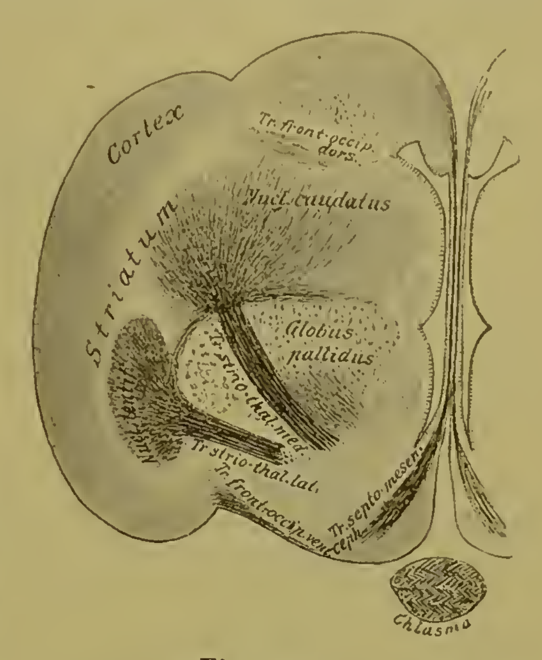


Fig. 126.
Frontalschnitt durch das Gehirn eines Papagei, Psittacusart. Mehrere Schnittebenen in einer Zeichnung vereint.

Ueber die physiologische Bedeutung des Stammganglions wissen wir noch gar nichts. Alle Versuche, welche bisher an den Gehirnen der Fische angestellt sind, haben nur Riechstörungen ergeben, wenn die Vorderlappen abgetrennt wurden. Es sind bis heute noch nie Thiere längere Zeit beobachtet, denen man Striata isolirt abgetragen hatte. Das ist allerdings bislang nur

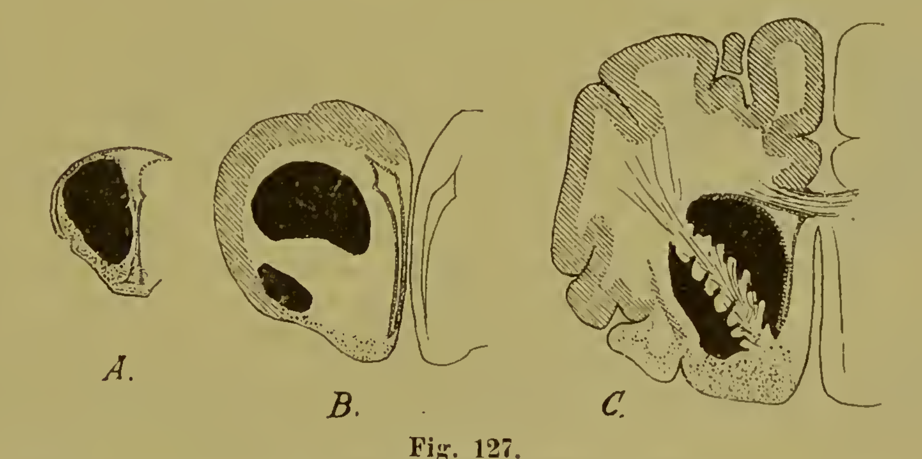


Fig. 127.
Schematische Frontalschnitte durch das Vorderhirn, um die Stellung des Striatum und seiner Faserung im Gesammtplan zu demonstriren. A. Von einem Knochenfische. B. Von einem Vogel. C. Von einem Säuger.

bei den Knochenfischen möglich, wo eben kein nervöser Mantel die Operation erschwert.

Auch für den Riechapparat stehen noch so ziemlich alle aufklärenden Versuche aus. Es ist ja erst durch die Untersuchungen der letzten Jahre möglich geworden, ihn in der anatomischen Dignität nach verschiedene Gebiete zu

trennen. Wahrscheinlich wird die vergleichende Beobachtung von Thieren ohne und von solchen mit corticalem Riechapparate die erwünschten Aufschlüsse bringen. Die Fragestellung ist: Riechen die Fische anders als die höheren Vertebraten, verwerthen sie ihre Geruchseindrücke anders, vermögen sie dieselben ebenso wie höhere Vertebraten im Gedächtnisse zurückzubehalten?

Dreizehnte Vorlesung.

Das Vorderhirn.

2. Der Hirnmantel.

Mit Riechapparat und Stammganglion haben wir das geschildert, was den Vorderhirnen aller Vertebraten gemeinsam ist. Wir können uns nun zur Behandlung des variablen Theiles des Vorderhirnes, des Mantels, wenden.

Als Pallium haben wir alle die Wandtheile der Vorderhirnblase bezeichnet, welche nicht dem Riechapparate und dem Stammganglion angehören, also den dorsalen und seitlichen Abschluss des Vorderhirnes. Der Mantel schliesst dorsal den Hirnventrikel ab.

Die einfache Epitheldecke, aus welcher bei allen Vertebraten das Pallium hervorgeht, bleibt nur bei den Ganoiden und den Teleostiern zeitlebens. Rabl-Rückhardt. Fig. 105 u. 129. Schon von den Cyclostomen an schlägt die Mantelentwicklung ganz bestimmte Bahnen ein. Es verdickt sich das Pallium und in dieser Verdickung, in welcher die ersten Rindenzellen auftreten, ist der Ausgangspunct gegeben für die ganze höhere psychische Entwicklung, welche die Vertebraten von den tiefer stehenden Klassen scheidet. Schritt für Schritt müssen wir daher das Entstehen des Hirnmantels verfolgen. Bei den Cyklostomen ragen beiderseits vom Stammganglion noch Wandstücke dorsalwärts, die erst etwas weiter dorsal sich einwärts biegen und dann ihren Abschluss durch eine kleine epithelbedeckte Membran finden. Diese entfaltet sich dann weiter caudal zu einem mächtigen Plexus chorioides. Studniczka hat es wahrscheinlich gemacht, dass wir hier die ältesten Anfänge eines Hirnmantels vor uns haben.

Bei den Rochen und den Haien hat sich das Mantelgebiet wohl ausgebildet, ja es ist gerade die frontalste Partie so enorm verdickt, und es ragen auch die Seitentheile so weit einwärts, dass es im grösseren Theile des Vorderhirnes der Selachier zu einer förmlichen Verödung des Ventrikels kommt, und dieser, bei den Rochen z. B., nur im allercaudalsten Gebiete noch nachweisbar ist. Bei den meisten Haien ist er vorhanden, und auch seine Ausläufer in die Lobi olfactorii sind da zu erkennen. Da aber auch hier die Vorderwand des Gehirnes ganz unförmlich dick angeschwollen ist, ragt sie meist weithin über die Ursprungsgegend der Riechlappen hinaus, so dass diese nicht wie bei den übrigen Vertebraten vorn, sondern

seitlich und entfernt vom Stirnpole entspringen. Dadurch gewinnt das Selachiergehirn etwas vom Gehirne anderer Thiere sehr Abweichendes. Fig. 128. Dazu kommt, dass bei der Verdickung der Wände die Theilung in 2 Hälften, welche bei den höheren Vertebraten vorhanden ist, so weit unsichtbar wird, dass sie nur auf mikroskopischen Präparaten erkennbar ist, vornehmlich noch dadurch, dass ein feiner Faserzug und ein ganz dünner gefässerfüllter Spalt zwischen der rechten und linken Seite verlaufen.

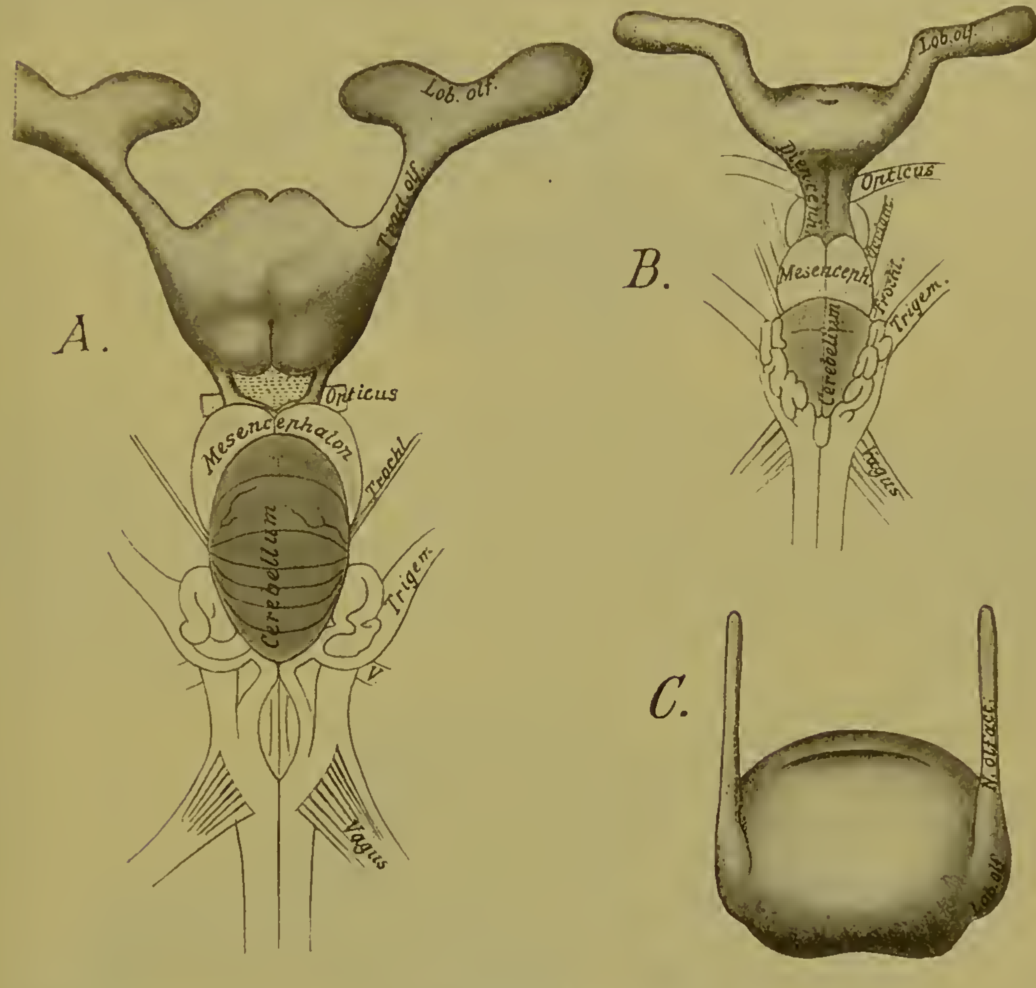


Fig. 128.

Einige Selachiergehirne, von oben gesehen zur Demonstration der verschiedenen Entwicklung, die bei verschiedenen Arten der Hirnmantel erfährt. *A* von Galeus canis, *B* von Raja miraletus, *C* von Carcharias (nur Vorderhirn), alle in natürlicher Grösse (nach Rohon). An *A* hinter dem verdickten Vorderhirn die dünne Platte der Tela chorioidea entfernt, so dass man in die Tiefe der (schraffirten) Zwischenhöhle hineinblickt.

Am Pallium aller anderen Vertebraten trennt ein tiefer Einschnitt die rechte von der linken Hemisphäre. Er reicht rückwärts bis an die Lamina terminalis, neben der die Vorderhirnblasen sich ja ausgestülpt haben. — Vergl. die Abbildung des Froschgehirns Fig. 120.

In der Schlussplatte verlaufen alle Commissuren, welche die Hemisphären und den Hirnstamm unter einander verknüpfen, siehe Fig. 92, 93; erst bei den Säugern treten dann noch dorsal und frontal von der Lamina terminalis spät

in der Entwicklungszeit neue Querfasern auf, die bestimmt sind, echte Mantelgebiete unter einander zu verknüpfen, die Balkenfasern.

Am caudalen Abschnitte verdünnt sich überall das Pallium zu einer einfachen von Epithel bedeckten Membran, die durch von aussen eintretende Blutgefässe vielfach eingestülpt und gefältelt wird. Diese Partie heisst Plexus chorioides. Rabl-Rückhardt hat zuerst gezeigt, dass bei den Teleostiern die ganze Palliumwand nur von einer solchen Membran gebildet wird. Er hat die geistreiche Hypothese aufgestellt, dass

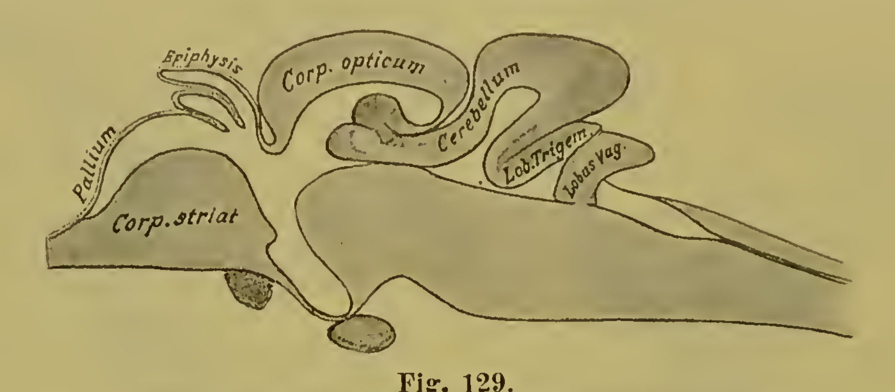


Fig. 129.
Schemat. Sagittalschnitt durch ein embryonales Forellengehirn.

von diesem als primär gedachten Zustande aus durch ständiges Ersetzen von Membran durch nervösen Hirnmantel die Vorderhirnentwicklung ausgegangen sei. Diese Hypothese hat sehr anregend gewirkt, ja sie hat, indem sie mit einmal Klarheit auf einem bis dahin sehr unklaren Gebiete schuf, direct viele weitere Arbeiten im Gebiete der vergleichenden Anatomie gezeitigt. Heute, wo mehr Gehirne untersucht sind, müssen wir, selbst



Fig. 130.
Sagittalschnitt durch ein Rochengehirn.

bei der Annahme, dass bei den Teleostiern und Ganoiden ganz primitive Zustände fortdauern, doch andere Ausgangspuncte für die Palliumentwicklung annehmen. Schon wenn man die bei Cyclostomen vorliegenden Verhältnisse zum Ausgangspunct nimmt, kann man — Studniczka — zu den Palliumformen der höheren Vertebraten kommen. Sicher aber lässt sich eine ganz ungezwungene Reihe von den Notidaniden aus, einer Haiart, finden, die direct zu der Mantelentwicklung der Amphibien führt. Burckardt.

Sehen wir für unsere Betrachtung, die nur die Grundzüge schildern will, auch noch ab von jenen älteren Formen, so haben wir jedenfalls von den Amphibien an überall ein Pallium, das, im allergrössten Theile seines Umfanges nervöser Natur, als etwa eiförmige Blase erscheint, die nur an der medialen Seite dicht über der Schlussplatte in eine einfache Epithelplatte übergeht.

Ich wüsste keinen anderen Theil des Gehirnes Ihnen zu nennen, der, wenn man die Thierreihe aufsteigend durchmustert, annähernd so grosse



Fig. 131.
Sagittalschnitt durch ein Amphibiengehirn.

Veränderungen, Fortbildungen, Rückbildungen u. s. w. aufweist, wie die Rinde, und da an diese, wie Sie wissen, die Existenz gewisser höherer seelischer Thätigkeiten geknüpft ist, so wollen Sie nun gemeinsam mit mir dieses vielleicht interessanteste Gebiet der Hirnanatomie durchgehen.

Wollen Sie in Fig. 129, einem Forellengehirne den dünnen Mantel vergleichen mit der enormen Verdickung, die das frontalste Palliumgebiet

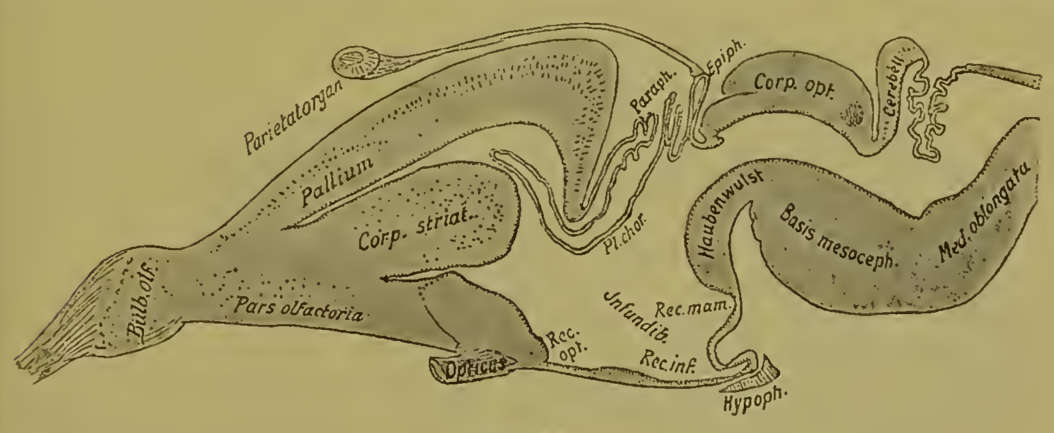


Fig. 132.
Reptiliengehirn. Schema eines Sagittalschnittes.

bei dem Fig. 130 abgebildeten Rochengehirne erfahren hat, und dann an Fig. 131 constatiren, dass bei den Amphibien sich jene Verdickung viel weiter rückwärts erstreckt, bis dann Fig. 132 das Reptiliengehirn mit seinem schön entwickelten rindendurchzogenen Mantel den Uebergang zu den Gehirnen der Vögel, Fig. 133 einerseits, der Säuger, Fig. 134 andererseits bildet.

Wir gehen bei der Beschreibung der typischen Hemisphären, die wir von den Amphibien an aufwärts immer finden, am besten von der einfachen Form eines Eies aus, indem wir annehmen, dass die Eiform frontal

sich in die Lobi olfactorii verlängert, während an der medialen Seite, derjenigen, welche der anderen Hemisphäre zugewendet ist, eine so starke Abplattung stattfindet, dass nur ein senkrecht verlaufender Spalt zwischen beiden Hirnhälften bleibt.



Fig. 133.
Vogelgehirn. Schema eines Sagittalschnittes.

Mitten in diesem Spalte sind die beiden Hirnhälften unter sich durch die unpaare Schlussplatte verbunden, welche in nach vorn convexer Linie von oben nach unten verläuft. Aber die Hemisphären haben sich nicht nur nach vorn von der Schlussplatte hin entwickelt, wie das in der ent-



Fig. 134.
Sagittalschnitt durch ein Säugergehirn. Schema.

wicklungsgeschichtlichen Einleitung gesagt worden ist. Sie dehnen sich vielmehr sowohl dorsal als ventral von ihr gewöhnlich noch ein Stück aus. Das dorsale Stück ist occipitalwärts gerichtet und mag als Polus occipitalis pallii bezeichnet werden, das ventrale, das bei Amphibien und Reptilien nur in kleiner Andeutung vorhanden ist, siehe Fig. 135.

soll Polus temporalis heissen. In beide erstreckt sich natürlich der Hohlraum der Hirnblase hinein, so dass dieser auch ein Hinterhorn und ein Unterhorn erhält.

Die wirklich fast eiförmigen Hemisphären der Amphibien sind diesem schematisch beschriebenen Gehirne am ähnlichsten. Aber schon bei den Reptilien weist die äussere Form, je nach den Familien, recht deutliche Unterschiede in der Entwicklung auf, und wenn man gar zu den Vögeln und Säugern aufsteigt, so begegnet man bald den allermannigfachsten Formen.

Zunächst ist eine bei den Amphibien kaum angedeutete Furche zwischen Lobus olfactorius und Pallium zu erkennen, die aussen unten am Palliumrande verlaufend, als Fovea limbica bezeichnet wird. Sie trennt, bei den Säugern am deutlichsten, jedesmal den Riechapparat vom

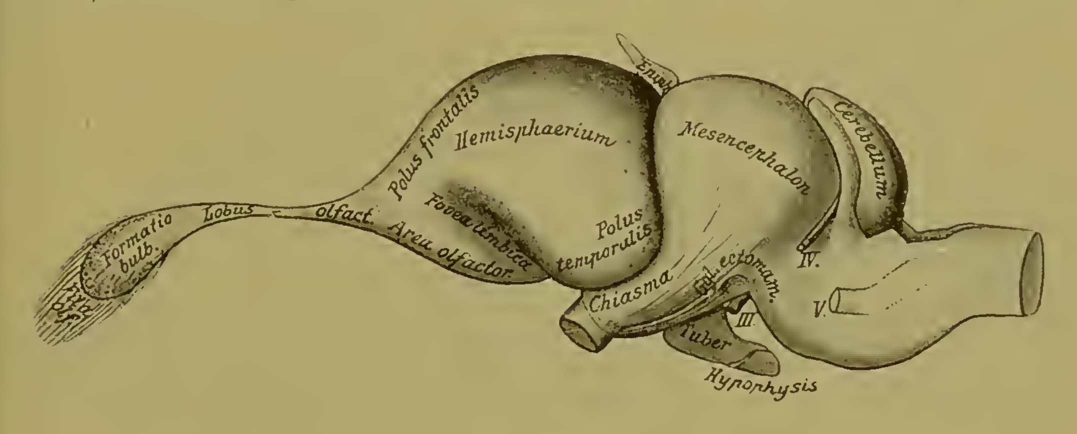


Fig. 135.

Aeussere Form des Eidechsengehirnes. Varanus griseus, Vergr. ca. 4:1.

Mantel. Dann bietet die Entwicklung der einzelnen Pole wesentliche Differenzen. Man hat den Polus frontalis der niederen Vertebraten auch schon als Stirnlappen, den Polus occipitalis als Schläfenlappen u. s. w. bezeichnen wollen. Das ist aber falsch. Denn das, was bei den Säugern diese Namen führt, hat sich erst sehr spät entwickelt.

Der Lobus occipitalis, der Säuger z. B., existirt bei den Reptilien noch gar nicht, er tritt erst bei den Vögeln auf. Was bei den Reptilien occipital liegt, entspricht, wie unten gezeigt werden soll, ganz anderen Hirnpartieen. So entständen, wollte man etwa den schon bei den Reptilien Occipitallappen genannten Hirntheil weiter aufwärts in die Thierreihe verfolgen, die allergrössten Schwierigkeiten. Lobus occipitalis, um bei dem einmal gewählten Beispiele zu bleiben, ist nicht allein eine Hervorragung am Occipitalpole, sondern eine ganz bestimmte Hirnpartie mit specieller Rindenbeschaffenheit und festen Beziehungen zum Sehnervenursprunge. Ein Lobus frontalis tritt überhaupt erst bei den Säugern auf, ja bei den niedersten derselben fehlt er wohl noch ganz, um sich bei den Primaten, ja erst beim Menschen zu seiner vollen Höhe zu entwickeln. Der Mantel am Stirnpole der Reptilien hat rein gar nichts mit dem nun einmal Lobus frontalis genannten Hirnabschnitte gemeinsam.

So kommt es, dass schon bei niederen Vertebraten die einzelnen Familien verschiedene Hirnform erkennen lassen. Wenn Sie z. B. das

oben abgebildete Eidechsengehirn mit demjenigen einer Schildkröte vergleichen, so wird Ihnen die gedrungene Form bei der letzteren sicher sofort auffallen. Sie ist einerseits durch die Einwicklung des Striatums bedingt, welche, wie ich in der letzten Vorlesung Ihnen mitgetheilt habe, das Schildkrötengehirn dem Vogelgehirne sehr nähert, andererseits aber ist sicher auch die Ausbildung des Schädels nie ohne Einfluss.

Bei den höheren Vertebraten kommt es zu einer grösseren Ausbildung des Palliums, und damit treten dann einzelne Furchen auf. Da sie wesentlich am Säugergehirne entwickelt sind, werden sie erst in einer späteren Vorlesung näher zu schildern sein. Das Gehirn der meisten Reptilien besitzt nur die limbische Grube als Grenze zwischen zwei verschiedenen Mantelgebieten. Doch erkennt man bei den grossen Schlangen und noch besser bei den Schildkröten noch eine weitere flache Grube, welche den oberen Mantelrand auf grössere oder kleinere Länge etwas lateral begleitet. Bei den Vögeln ist dann diese Fovea collateralis deutlicher ausgebildet. Eine eigentliche Furche, wie diejenigen, welche das Säugergehirn durchqueren, ist sie nicht, es handelt sich vielmehr um eine ventrale und dorsale Vorwulstung des Palliums, welche durch die Entwicklung des Striatums bedingt wird. Zwischen beiden Wülsten bleibt die Vertiefung der Fovea collateralis.

Etwas complicirter, als die Aussenseite der Hemisphären ist die Anordnung der medialen Wand. Auch sie hat bei den Amphibien so wenig Differenzirung noch erfahren, dass sie bei einzelnen Arten, ja bei Exemplaren der gleichen Art auf verschieden lange Strecken mit der ihr anliegenden anderseitigen Scheidewand, beim Frosch z. B., verkleben kann.

Aber bei den Reptilien ist das anders. Finden sich auch alle nun für diese zu schildernden Verhältnisse schon bei den Amphibien angedeutet, so treten sie doch erst bei den hochorganisirten Gehirnen dieser Thiere deutlich in Erscheinung. Hier kann man nämlich sehr gut einige Unterabtheilungen machen, Unterabtheilungen, welche, wie später die Beschreibung des Säugergehirnes ergeben wird, der Ausgangspunkt für wichtige Weiterentwicklungen sein werden.

Man kann abtheilen: 1. Die mediale Fläche des Riechapparates nahe der Basis, Area parolfactoria. In sie erstrecken sich bei den Reptilien immer deutliche Ganglienansammlungen (Meyer) hinein, die Faserbündeln Ursprung geben. 2. Caudal und etwas weiter dorsal liegt der als Septum bezeichnete Wandabschnitt, welcher bei den Reptilien auch ein Ganglion enthält, bei den Vögeln aber stark atrophirt, während er bei den Säugern — Septum pellucidum — wieder ein — im Vergleiche zum Gesammtmantel allerdings minimales — Ganglion enthält. 3. Dorsal von den beiden genannten Abschnitten der Rindentheil der Innenwand.

Im dorsalen Abschnitte der Area parolfactoria beginnt regelmässig eine tiefe Furche, welche bis zur Lamina terminalis am oberen Rande des Septums dahinlaufend, die ganze Innenseite in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt gliedert. Nur der dorsale ist von Rinde überzogen. Diese Furche,

welche also die Hirnrinde ventral abgrenzt, bleibt durch die ganze Thierreihe bestehen. Sie heisst auf unserer Abbildung 136 Fiss. arcuata septi, bei den Säugern aber wird sie als innere Randfurche bezeichnet. Sie liegt hier zwischen Ammonsrinde und Fornix. Da sich in der caudalen Verlängerung der gleichen Furche die Hirnblase zum Plexus chorioides verdünnt, so bezeichnet die Entwicklungsgeschichte sie als Fissura chorioidea. Die Fissura arcuata septi ist bei den Vögeln ausserordentlich kurz und nur dicht vor Beginn des Plexus chorioides nahe der Schlussplatte aufzufinden. Bei den Säugern ist sie in ihrem vorderen Abschnitte durch die Balkenentwicklung zu gutem Theile verwischt.

In die Rinde, welche den dorsalen Abschnitt der Scheidewand überzieht, mündet regelmässig ein wichtiger Faserzug, der Tractus cortico-olfactorius septi. Er stammt aus dem Riechapparate an der Hirnbasis, tritt in dessen Bereiche breit fächerförmig an die mediale Hirnoberfläche



Fig. 136.

Die Innenwand eines Reptiliengehirnes, Varanus griseus.

und zieht dann hinauf und rückwärts in die Hirnrinde. Das Gebiet, in welchem er endet, muss, eben dieses Zusammenhanges wegen, als „Riechrinde" bezeichnet werden. Bei Amphibien nur unsicher nachweisbar, ist der Faserzug bei den Reptilien und Säugern immer mächtig. Vergl. Fig. 136. Bei den Vögeln aber wird er verschleiert durch einen anderen gerade bei diesen Thieren ungewöhnlich stark entwickelten Faserzug, den Tractus septo-mesencephalicus, welcher aus dem dorsalsten Abschnitte der Rinde, nahe deren Umschlagkante zur Aussenseite, breit entspringend die Innenseite des Vogelhirnes wie ein breiter weisser Fächer — Markbündel der Scheidewand — überzieht. An der Hirnbasis angekommen, umgreift er diese in nach aussen gerichtetem Faserzuge und zieht dann dicht vor dem Opticus, den er an der lateralen Seite des Gehirnes erreicht, wieder aufwärts und rückwärts, um schliesslich im laterocaudalen Abschnitte des Thalamus und dem frontalen des Mittelhirndaches zu verschwinden. Dieser Faserzug verbindet also Thalamus und Mittelhirn mit einem bestimmten Rindenbezirke. Er ist

bei den Reptilien angedeutet, bei den Säugern aber noch nicht aufgefunden. Fig. 137.

Macht man Frontalschnitte durch das Vorderhirn irgend eines höheren Wirbelthieres, so geben die frontaleren immer die annähernd eiförmige Form eines geschlossenen Ringes, an dessen Basis die Verdickung des Hirnstammes liegt, siehe Fig. 125; weiter hinten, Fig. 123, trifft man auf die Commissuren der Lamina terminalis, welche im caudalen Abschnitt des Septum liegen, und schliesslich kommt man, Fig. 121, an die Stelle, wo das Pallium medial in den Plexus chorioides übergeht und rein häutig wird, Fig. 142. In dieser Schnitthöhe ist gewöhnlich an der Hirnbasis die Grenze von Vorder- und Zwischenhirn erreicht, und erblickt man auf dem Schnitte die Bahnen, welche beide Hirnabschnitte verbinden.

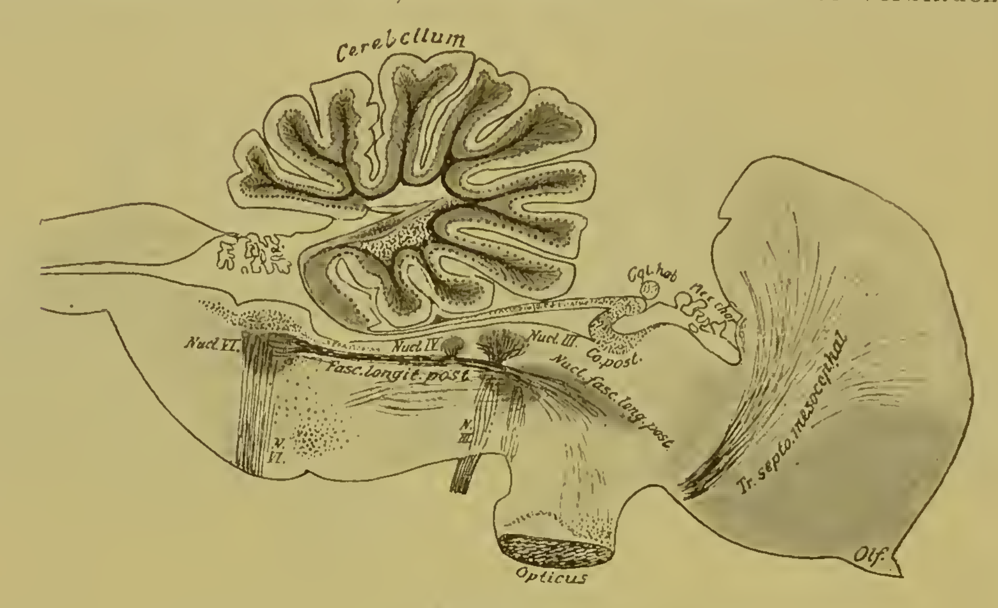


Fig. 137.

Sagittalschnitt durch das Gehirn eines Huhnes.

Ich nehme an, dass diese kurze Darstellung mit ihren Abbildungen Sie nun im Wesentlichen über die äussere Form des Endhirnes orientirt hat, und will jetzt von einigen Theilen, vom Pallium wenigstens, schildern, wie sie aufgebaut sind.

Das Pallium ist der Träger der Hirnrinde und der von ihr ausgehenden Faserzüge. Es enthält den ganzen Apparat, welcher die einzelnen Rindentheile unter sich verbindet. Als solches ist es der Träger der höheren psychischen Fähigkeiten.

Schon in dem ausserordentlich kleinen Palliumtheil der Cyclostomen sollen (Studniczka, Meyer) rindenähnliche Zellen vorkommen, deren Bedeutung mir aber noch nicht genügend gesichert scheint. Bei den Selachiern aber hat Botazzi eine in gewisser Schichtung liegende Zellschicht etwa da nachgewiesen, wo wir die Rinde bei den höheren Vertebraten finden. S. Fig. 19. Immerhin scheinen das doch nur mehr oder weniger ungeordnete Anfänge jener mächtigen Rindenbildung zu sein, welche in ihrer höchsten Ausbildung den ganzen Mantel der Säuger in gleichmässiger

Schicht überzieht. Auch bei den Amphibien ist es noch nicht zu einer morphologisch völlig scharfen Rindenbildung gekommen und ebenso scheint es bei den Dipnoern zu sein. Immerhin begegnet man bei den ersteren schon deutlich allen Elementen, welche von den Reptilien ab die Schicht der Rinde zusammensetzen.

Wie das ganze Amphibiengehirn auf Querschnitten dem embryonalen Hirne der übrigen Vertebraten ausserordentlich ähnlich ist, so wird auch am Vorderhirne ein Aufbau gefunden, welcher bis hinauf zu den Säugern in der Entwicklungszeit immer wiederkehrt.

Man kann nämlich auf einem Schnitte durch die Hirnwand zunächst gewöhnlich nur 2 Schichten unterscheiden, eine innere an Zellen sehr reiche und eine äussere zellarme Schicht. An einigen Stellen des Mantels, so nahe am Riechapparate, in der Regio parolfactoria vorn und dann im caudal- medialen Mantelgebiete zeigt die innere besondere Vortreibungen, offenbar grössere Entwicklung der Zellen, welche sie zusammensetzen. Gute Schnitte, zweckmässige Färbungen lassen erkennen, dass die Innenschicht zunächst dem Ventrikel von



Fig. 138.

Schnitt durch das Pallium eines Frosches, wesentlich nach Pedro Ramon y Cajal. Nur ein Theil der Zellen sichtbar.

Epithelzellen gebildet wird, die ihre langen Schwänze durch die ganze Manteldicke unter Verzweigungen bis an die äussere Oberfläche senden und so ein Gerüstwerk für den Hirnmantel darstellen. Siehe Fig. 138 links am Rande. Dieses Gerüstwerk aus Epithelendfäden ist übrigens in allen Hirntheilen weiter caudal auch vorhanden und wird auch bei den Reptilien noch dauernd gefunden. Bei den Vögeln und Säugern verschwindet ein guter Theil der Endfäden im nachembryonalen Leben. Dann folgen nach aussen zahlreiche Zellen, die zu gutem Theile noch nicht als Ganglienzellen diagnosticirbar sind, vielmehr den Character von Neuroblasten zeitlebens behalten. Zwischen ihnen aber liegen echte Ganglienzellen mit reich verzweigten Dendriten und dünnen Axencylindern. Die Mehrzahl der letzteren ist nach der Hirnoberfläche hin gerichtet, eine geringe Minderzahl aber legt sich — das ist der erste Anfang eines subcorticalen Marklagers — zwischen die Zellen und die Epithelien. Wohin sie bei den Amphibien gerathen, wissen wir noch nicht. Wahrscheinlich zum grössten Theile in die Commissuren des Mantels. Aus einzelnen Fasern, die aus diesem kleinen Marklager nach aussen treten, und aus denjenigen, welche die Zellen selbst nach der Hirnoberfläche zu senden, bildet sich ganz aussen nahe dieser Oberfläche ein feines Flechtwerk, das tangentiale Netz. An dem Zustandekommen dieses Faserwerkes betheiligen sich übrigens zu nicht geringem Theile Axencylinder aus Zellen, die, zumeist quergestellt, in der Tangentialschicht selber liegen.

Man muss wohl diesen ganzen unregelmässig disponirten Apparat als den Ausgangspunkt einer Hirnrinde ansehen. Denn bei den Reptilien findet man ganz die gleichen Elemente, aber in sehr viel grösserer Zahl und Dichtigkeit, auch regelmässiger zu förmlichen Platten geordnet, und bei diesen Thieren kann gar kein Zweifel mehr bestehen, dass man es mit einer echten Rinde zu thun hat, einer Rinde, von der, wie wir später sehen werden, sich ein ganz bestimmtes, bei den höheren Vertebraten längst bekanntes Rindengebiet ableiten lässt.

Es ist wohl eines der grössten Verdienste von denen, welche sich S. Ramon y Cajal um die Hirnanatomie erworben hat, dass er den

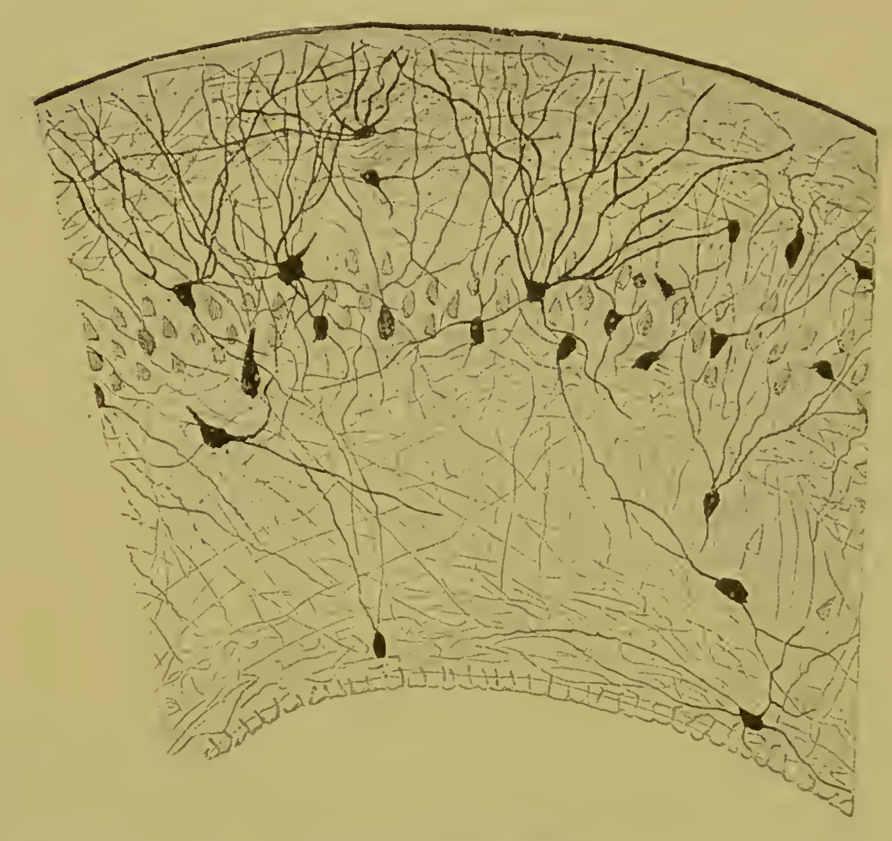


Fig. 139.
Schnitt durch ein Stückchen der Rinde nahe der Mantelkante von Lacerta agilis. Golgipräparat.

Typus nachwies, welcher im Aufbaue der Hirnrinde bei allen Thierklassen wiederkehrt, dass er also das feststellte, was eine Hirnrinde characterisirt. Meine eigenen Untersuchungen an Amphibien und Reptilien bestätigen durchaus die wichtige Entdeckung des spanischen Gelehrten. Man kann, das ist das Wesentlichste, immer erkennen, dass in der Hirnrinde Fasern entspringen, dass ebensolche da enden, und dass ausserordentlich viele Associationsmöglichkeiten zwischen beiden Faserarten gegeben sind.

Die corticalen Fasern stammen zunächst aus den sog. Rindenpyramiden, die z. B. bei den Reptilien in mehrfacher Schicht im Mantel gelagert ihre Axencylinder zum grösseren Theile medialwärts entsenden, wo sie unter dem Ventrikelepithel eine dünne, nach der Art übrigens wechselnd dicke Schicht, das Marklager, bilden. Eine kleinere Anzahl der Pyramiden sendet ihre Neuriten

peripherwärts in die Gegend dicht unter der Oberfläche, wo sie mehrmals aufzweigen, ehe sie frei enden. Die Rindenpyramiden haben aber auch mächtige, reich verzweigte Dendriten. Und diese lösen sich zu kleinerem Theile nahe ihrem Ursprunge, zu viel grösserem als reiches Geäst in dem über der Zellschicht liegenden Stratum moleculare auf. In diese Schicht aber tauchen auch die Enden derjenigen Fasern ein, welche von anderen Stellen des Nervensystemes her in die Rinde eintreten. Diese Faserenden bilden mit den aus den Pyramiden aufsteigenden Axencylindern zusammen einen eigenen Plexus, der überall von den hier heraus tretenden Dendriten der Pyramiden durchfurcht ist. Man sieht, dass durch diese Anordnung ein reicher Contact unter den bisher erwähnten Rindenelementen schon ermöglicht ist. Dazu kommt nun aber, dass in der allerperiphersten Zone der Molecularschicht sich ein noch viel dichterer Plexus findet, der zum Theile gebildet wird von den Elementen, die eben erwähnt worden sind, zum Theile aber auch von solchen, die dort liegenden Zellen — Zellen der Tangentialfaserschicht — entstammen. Dieser Plexus der Tangentialfasern ist geeignet, sehr grosse Gebiete der Hirnoberfläche unter sich und mit entfernteren Rindengebieten zu verknüpfen. Aber es giebt schon von den Reptilien ab aufwärts noch weitere intracorticale Associationsapparate. Zunächst erkenne ich dicht unter der Schicht der Pyramidenzellen noch einen Plexus, der aus Collateralen der Pyramidenaxencylinder und aus Axencylindern von dort liegenden Zellen stammt, den Plexus subcorticalis. Er ist auch bei den Säugern vorhanden und wahrscheinlich auch bei den Vögeln. Von aussen nach innen könnte man desshalb in der Hirnwand der Reptilien unterscheiden: Tangentialschicht, Molecularschicht, Pyramidenzellschicht, Schicht des Plexus subcorticalis, Marklager, Ventrikelephithel.



Fig. 140.
Frontalschnitt durch eine Hemisphäre der Riesenschildkröte, Chelone midas.

Dieser, nach der eben etwas cursorisch gegebenen Schilderung relativ einfache Apparat ist, wie ein Blick auf die S. 183 demonstrirte Abbildung, Fig. 139, zeigt, doch schon so beschaffen, dass er — schon bei so niederen Vertebraten, wie die Reptilien es sind — eine fast unendlich grosse Möglichkeit giebt zur Verbindung von einzelnen Zellen und Bahnen.

Die Rinde überzieht aber nun keineswegs in völlig gleichmässiger Schicht den ganzen Hirnmantel. Man kann schon bei den Reptilien verschiedene „Rindenplatten“ von einander trennen. Ich unterscheide da mindestens drei einzelne Platten, siehe Fig. 125, zu denen dann noch als vierte die Rinde am Polus frontalis pallii käme, die vielleicht dem Riechapparate zugehört, zum Theile aber desshalb von ihm gesondert wurde, weil sie ein eigenes, wahrscheinlich im Thalamus endendes Bündel entsendet. Von den Fig. 125 abgebildeten Rindentheilen interessirt besonders der als dorsomediale Platte bezeichnete. Er überzieht die ganze mediale Seite des Gehirnes, geht über die Hirnkante hinweg auf die äussere Oberfläche über und nimmt jenes Riechbündel auf, von dem in der letzten Vorlesung die Rede war. Nach aussen von ihm und immer durch einen feinen Spalt von ihm geschieden, liegt wieder ein interessantes Rindenstück. Dieses, die dorsale Platte, überzieht nämlich nicht nur

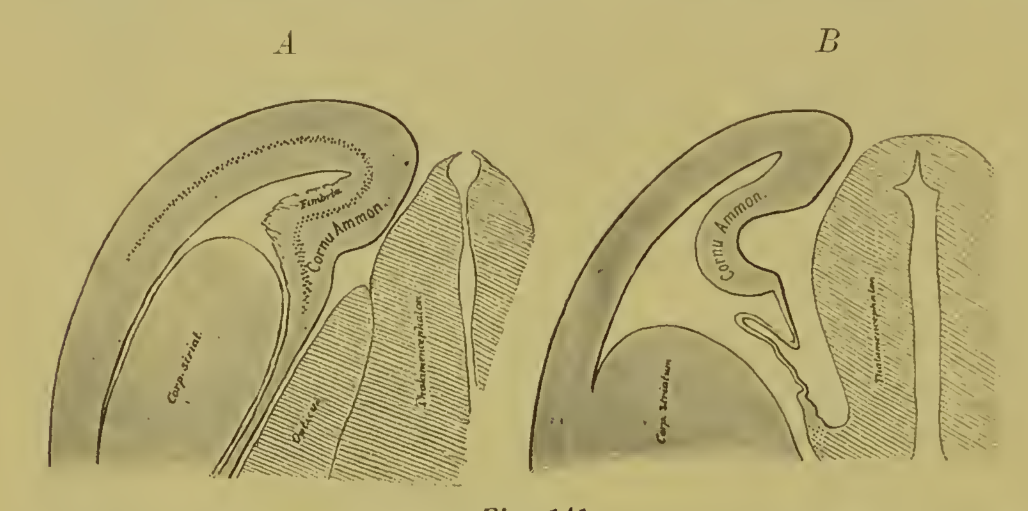


Fig. 141.
Schnitt durch den caudalen Abschnitt der l. Hemisphäre. *A* von der Wüsteneidechse, Varanus griseus, *B* von einem Mausembryo.

den dorsalen Abschnitt der Aussenwand, sondern wendet sich an seinem ventralen Ende medialwärts, um dem Epistriatum einen Ueberzug zu geben. Der Zusammenhang ist bei den Schildkröten zeitlebens gewahrt. Auf Fig. 140 können Sie das gut sehen. Wollen Sie auf dieser Figur auch beachten, wie die bei so grossen Thieren, wie es die Riesenschildkröten sind, immer markhaltige Tangentialfaserschicht sich mit der Rinde einwärts nach dem Epistriatum zu krümmt. Auch den Tractus bulbo-epistriaticus, der gerade hier gut zu sehen ist, wollen Sie beachten. Ventral von der dorsalen Platte liegt die laterale Platte, die dicht am Striatum klebend vielleicht identisch mit dem ist, was man bei Säugern als Claustrum bezeichnet.

Es ist nun sehr interessant, dass die Rindenplatte, welche das mehrfach erwähnte Riechbündel aufnimmt, nicht nur bei den Reptilien, sondern auch noch bei allen Säugern am Hemisphäreninnenrande liegen bleibt. Sie ist bei den meisten Reptilien glatt gestreckt, bei einigen aber erkennt man, dass sie durch Faltung eine Oberflächenvergrösserung erfährt. Diese

Faltung geht bei den Säugern bis zu förmlicher Einrollung der ganzen Rinde, wenigstens bei den erwachsenen Thieren; bei den embryonalen verhält sich die mediale Rinde wie bei den Reptilien, wo sie zuerst characteristisch in Erscheinung tritt. Siehe Fig. 141.

Dieses eingerollte Rindenstück, das immer ein Bündel aus dem Riechapparate aufnimmt, bezeichnet man seit langem als Cornu Ammonis.

Die Untersuchung des Amphibiengehirnes lässt es als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass ganz die gleiche Gegend der Mantelwand Riechverbindungen besitzt.

Broca und später Zuckerkandl haben nachgewiesen, dass bei den Säugern, deren sie eine grosse Zahl unter einander vergleichen konnten, die Ausdehnung des Ammonshornes und der vor ihm, unter der Fissura limbica liegenden Rinde ganz genau abhängig ist von der Entwicklung des Riechapparates, so abhängig, dass bei den Wassersäugethieren mit verkümmerten Olfactoriis dieses Rindengebiet nur in Spuren noch nachweisbar ist, während es bei den dicht am Boden kriechenden Nagern u. s. w. eine geradezu enorme Ausdehnung erfahren kann.

Durch diese Untersuchungen scheint der Nachweis erbracht, dass die erwähnte Rindenpartie das Rindencentrum für den Geruch, vielleicht auch für die ihm verwandten Gefühle — Geschmack — darstellt. Es ist möglich, dass die Rinde, welche bei den Säugern noch frontal von der Einrollung zum Ammonshorne liegt, auch schon in der Lamina cort. medio-dorsalis der Reptilien vertreten ist.

Schon die Ammonsrinde der Reptilien ist relativ complicirt. Es liegen namentlich in ihrer Tangentialfaserschicht grosse Plexus, die dem Querschnitte ein characteristisches Aussehen geben. Das medialste Stück hat ein besonders characteristisches Aussehen. Es ist als Gyrus dentatus bezeichnet worden.

In die Ammonswindung mündet nicht nur ein Fasersystem, sondern es entspringen auch daselbst Faserbündel und es treten Commissurenfasern in sie. Eine ganze Anzahl von Faserarten tritt also in Beziehung zu diesem Rindenfeld. Sie alle vertheilen sich, ehe sie eintreten, längs dem ventralen Rande und bilden da eine mächtige Ansammlung von Nervenfasern, die Fimbria. Die Fimbria liegt immer an der gleichen Stelle bei allen Thieren, sie begleitet den ventralen Rindenrand und ist desshalb bei den Reptilien dorsal von der Fissura arcuata septi gelegen. Im caudalen Hemisphärenabschnitt, wo die mediale Hirnwand in den Plexus chorioides übergeht, legt sich die Fimbriafaserung zwischen diesen und die Rinde. Fig. 142. In Figur 136 gehören alle Fasern, welche dorsal von der Fissura arcuata septi sichtbar sind, der Fimbria an.

Das Bündel aus dem Riechapparate zur Fimbria und zum Ammonshorn kennen Sie nun schon. Die in der Riechrinde entspringenden Fasern und dann die Commissurenfasern aber müssen wir noch etwas näher betrachten. Wollen Sie, da es sich um schwierige Formverhältnisse handelt, für das Folgende Fig. 122 ständig vergleichen.

Die Reptilien und Säuger, welche deutlich ausgebildete Riechrinde haben, wahrscheinlich aber auch die Amphibien und die Vögel, bei denen

die einschlägigen Verhältnisse noch weniger klar liegen, besitzen zwei Faserzüge, welche dieses Rindengebiet durchaus characterisiren und immer an gleichem Orte gleich angelegt wiederkehren. Die beiden Züge werden gewöhnlich als Fornix zusammengefasst. Es ist aber zweckmässiger, sie nach ihren Endstätten etwas zu trennen. Aus dem caudalen Gebiete der Riechrinde hervortretend, ziehen sie zunächst eine kurze Strecke gemeinsam ventralwärts bis etwa zur Höhe der Commissura anterior und dann wenden sie sich caudal. Hier nun spaltet sich der bisher meist geeinte Stamm in einen Zug zum Ganglion habenulae, Tractus cortico-habenularis und in einen solchen zum Corpus mamillare an der Basis des Hypothalamus, den Tractus cortico-mamillaris. Namentlich der letztgenannte ist ein kräftiges, in seinem Verlaufe immer gut ab-

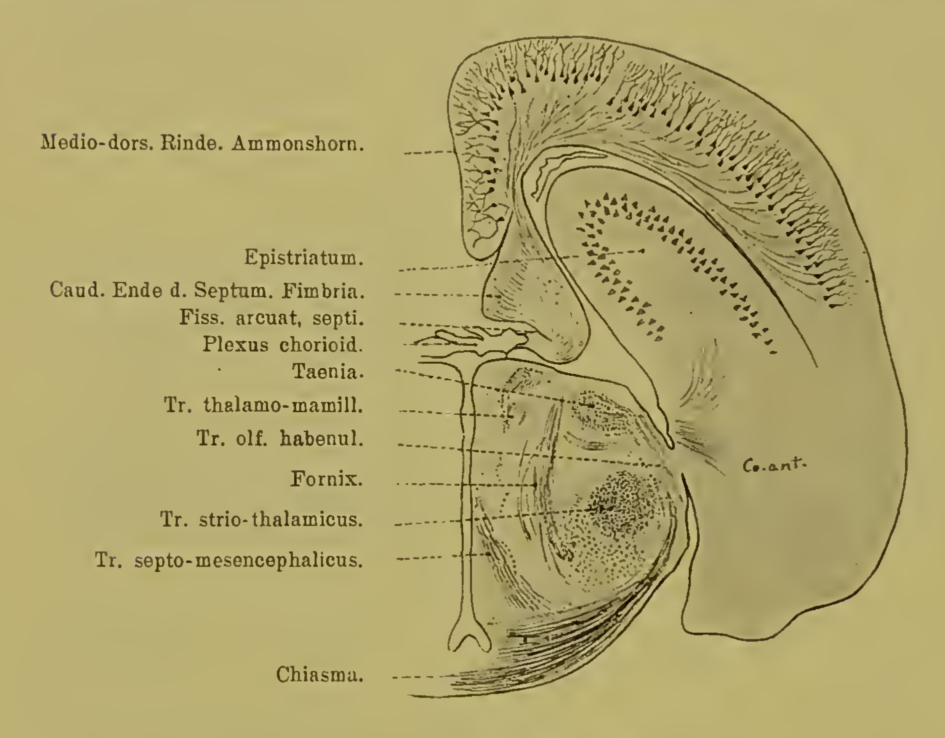


Fig. 142.

Frontalschnitt durch die caudale Grosshirnpartie einer Riesenschlange, Python bivittatus. Dorsal der Mantel, ventral das Uebergangsgebiet zum Thalamus. Ursprung des Fornix und der Mantelcommissuren am medialen Palliumrande.

scheidbares Bündel, das längst bei den Säugern als Fornixsäule bekannt ist. Bei den Vögeln ist er ungemein dünn. Bei den Reptilien und Vögeln geht der Fornix in ziemlich geradem Laufe von seinem Ursprunge zu seiner Endstätte. Bei den Säugern aber, wo durch die grosse Entwicklung des Palliums die Riechrinde weit caudal rückt und zum Theile sich nach unten krümmt, Fig. 150, 157 u. 168, muss der Tractus cortico-mamillaris, dem Hemisphärenrande folgend, erst einen langen, ziemlich bogenförmigen Verlauf machen, ehe er sich dicht hinter der Commissura anterior in die Tiefe zum Corpus mamillare wenden kann.

Bei den höheren Säugern verlaufen in Folge der Balkenentwicklung die Fornixfasern aus dem Ammonshorne getrennt von denjenigen, welche aus den

weiter vorn liegenden Theilen der Randwindung — so bezeichnet man die Rinde an der Innenwand des Gehirnes dicht über dem Plexus chorioides — entspringen. Die letzteren werden dort Fornix longus genannt. Bei den Reptilien, wo das ganze Gebiet noch nicht in zwei scharf unterschiedene Theile, einen glatten und einen eingerollten, getrennt ist, verlaufen die Bahnen des Fornix noch in einem Bündel. Vergleichen Sie Fig. 136 mit der Fig. 184 vom Kaninchen.

Ausser dem Systeme des Fornix ist die Riechrinde noch durch ein Commissurensystem characterisirt, welches die rechte mit der linken Seite verbindet. Seine Züge sind Fig. 123 als Commissura anterior und posterior pallii bezeichnet. Bei den Säugern heisst der ganze Complex Psalterium. Er bildet bei den niedersten derselben die einzige Mantelverbindung (Symington, Elliott Smith).

Bei den höheren Säugethieren kommt dazu noch eine zweite Verbindung, das Corpus callosum. Diese verknüpft Mantelgebiete, welche nicht dem Riechapparate angehören und ist meistens, besonders deutlich beim Menschen, sehr viel mächtiger als die Commissuren des Riechmantels, weil, wie wir nachher sehen werden, in der Thierreihe allmählich das bisher noch nicht näher besprochene Mantelgebiet sich sehr viel mehr entwickelt, als bei den Reptilien der Fall ist. Das Corpus callosum, der Balken, liegt immer dorsal von den Riechcommissuren und ist natürlich um so länger und dicker, je mehr das Pallium an Ausdehnung gewinnt. Am längsten ist es bei den Affen und dem Menschen, am kürzesten bei den Nagern und den Insektenfressern.

Vierzehnte Vorlesung.

Das Vorderhirn.

3. Bahnen aus dem Mantel.

M. H.! Die physiologische Bedeutung der Hirnrinde ist durch eine grosse Anzahl vortrefflicher Arbeiten über das Säugergehirn im Laufe der letzten 25 Jahre erst erkannt worden. Die Thierexperimente und die bald sich an diese anreihenden Beobachtungen am Menschen, Beobachtungen, die fortgehen und täglich zu neuen interessanten Ergebnissen führen, haben ergeben, dass die Rinde aufgefasst werden darf als derjenige Theil des Gehirnes, welcher den höchsten geistigen Functionen zur Unterlage dient. An die normale Existenz der Hirnrinde sind alle Fähigkeiten gebunden, welche erlernt werden können, fast alle welche unter Benutzung von Erinnerungsbildern ausgeführt werden, und an sie sind vor Allem die geistigen Vorgänge geknüpft, welche man als Associationen bezeichnet.

Man kann den ganzen Rindenapparat auffassen als ein ungeheures Associationscentrum, dem von aussen auf relativ dünnen Bahnen solche

Eindrücke zugeleitet werden können, die bereits in tiefer unten liegenden Centren — primäre Hirncentren — ihre erste Endstätte gefunden haben. Aus diesem Centrum gehen Bahnen hinab, wieder zu tieferen Hirngebieten, die geeignet sind, Bewegungen u. s. w. in jenen auszulösen. Die Summe aller Bahnen bezeichnet man als Stabkranz der Rinde.

Was die Mächtigkeit, die Ausdehnung des rindenüberzogenen Mantels bedingt, das sind aber nicht jene meist dünnen Züge, sondern das ist die Entwicklung der Associationsbahnen, welche die Möglichkeit geben, die ankommenden Sinneseindrücke in der allermannigfachsten Weise aufzunehmen, zurückzuhalten, zu verwerthen und mit anderen früher aufgenommenen in Verbindung zu bringen, das Handeln einzurichten nach den erworbenen Erinnerungsbildern.

Wir wissen auch, dass bestimmte Leistungen von einzelnen Rindengebieten ausgeführt werden, dass die Rinde in eine Anzahl von Einzelterritorien zerfällt, die sich functionell unterscheiden. Zahlreiche Untersuchungen der letzten Jahre haben uns mit der Oberfläche des Säugermantels genauer bekannt gemacht. Ihre Ergebnisse lehrten, dass je nach der Thierart bestimmte Rindengebiete mehr, andere weniger ausgebildet sind.. Noch ist unser Wissen von der physiologischen Bedeutung dieser Rindenterritorien in vielen Fällen recht gering, aber es ist eine Aufgabe der nächsten Zukunft, die Entwicklung dieser Rindenfelder zu studiren, eine Aufgabe, die erfreulicher Weise auch schon für einzelne Säuger in Angriff genommen ist.

Da also nach dem heutigen Stande unseres Wissens die Rinde als der Sitz derjenigen seelischen Functionen aufgefasst werden darf, die mit Ueberlegung unter Benutzung von Erinnerungsbildern bewusst ausgeführt werden, so hat der Nachweis eines Rindenzuges zu den Kernen eines bestimmten Sinnesapparates hohes Interesse in vergleichend psychologischer Beziehung.

Desshalb scheint es mir das wichtigste Ergebniss unserer bisherigen Betrachtung, dass wir nachweisen konnten, wie die Mantelrinde da, wo sie zuerst in der Thierreihe deutlich auftritt, im Wesentlichen Riechrinde ist. Riechrinde ist die Rinde der dorsomedialen Platte desshalb, weil eben hier die Faserung aus den Endstätten der secundären Riechbahn endet. Für die anderen Rindengebiete der Reptilien ist eine Verknüpfung, die Licht auf ihre functionelle Bedeutung werfen möchte, noch nicht gefunden. Sie können dem Riechapparate angehören, müssen es aber nicht.

Dass die älteste Rinde im Wesentlichen nur ein einziges Sinnescentrum darstellt, das Centrum für den Geruch, dass alle Associationen, welchen sie als Unterlage dient, alle Erinnerungsbilder, die sie bewahren mag, solche sind, die vorwiegend dem Riechen dienen, das giebt einen Ausgangspunkt für neue Untersuchungen auf dem Gebiete der vergleichenden Psychologie, welcher fester ist, als einige der bisher verwendeten. Thierpsychologische Studien sind bisher so gut wie immer an zu komplicirten Erscheinungen angestellt worden. Wir müssen erst wissen, welche Sinneseindrücke ein niederes Thier bekommen kann, welche

es zurückzuhalten weiss, und welche es, allein oder unter den Zeichen associativen Denkens, zu verwerten vermag. Dann erst können wir an die complicirteren Probleme gehen, welche bisher zumeist in Angriff genommen sind.

Nun lassen Sie uns wieder zurückkehren zu den rein morphologischen Dingen und zunächst untersuchen, wie sich im Verlaufe der Thierreihe zu den corticalen Riechbahnen andere Bahnen gesellen, wie allmählich der mächtige Apparat entsteht, den das Säugergehirn uns zeigt.

Es ist leider nur Weniges, was ich heute hier berichten kann; überall sind noch der Lücken viele, und überall bedarf es desshalb fleissiger Mitarbeit an dem erst vor Kurzem eröffneten Arbeitsfelde.

Wir haben das Riechcentrum abgeschieden, indem wir die Verbindungen studirten, welche der Riechapparat mit der Rinde einging. Können wir nun auch bei den Reptilien nicht gerade mit Sicherheit eine weitere derartige Verbindung finden, so bietet uns doch zunächst das Vogelgehirn eine Anzahl andere Faserzüge, welche die Rinde mit weiter caudal gelegenen Hirntheilen verknüpfen.

Als der für die vergleichende Seelenlehre interessanteste erscheint mir ein Faserzug, der ganz im occipitalen Hirngebiete entspringend vorwärts zieht, um dann ventral- und rückwärts scharf abbiegend nahe den Endstätten des Sehnerven im caudalen Theil des Zwischen- und im frontalen Theile des Mittelhirnes zu enden. Dieser Tractus occipito-mesencephalicus et diencephalicus ist bei der Taube so enorm entwickelt, dass er als eines der allerstärksten Bündel des ganzen Gehirnes anzusehen ist. Die Reptilien besitzen, wie es scheint an gleicher Stelle, schon einen dünneren Zug, doch ist das nicht absolut sicher. Eine Taube, der man dieses Bündel durchtrennt hat, erscheint annähernd wie gekreuzt blind, sie orientirt sich nur sehr schwer und immer mit dem Auge, das noch einen unverletzten centralen Sehapparat hat. Wir wissen nun, dass bis hinauf zu den Säugern und dem Menschen immer eine solche Bahn aus den primären optischen Centren zum Hinterhauptlappen existirt, und ich werde Ihnen später zu zeigen haben, wie an die Intactheit der occipitalen Rinde bei Säugern alle die Functionen geknüpft sind, die wir als Sehen mit Verständniss, mit Wiederkennen u. s. w. auffassen. Bei den Vögeln also würde, zuerst in der Reihe, der primäre optische Apparat mit demjenigen der Rinde verbunden. Zweifellos wird dadurch eine grössere Leistungsfähigkeit des ersteren ermöglicht.

Das Bündel wird erst Wochen nach dem Auskriechen aus dem Ei markhaltig, ganz wie die Sehbahn der Säuger, welche gleichen Ursprung und gleiche Endstätten hat, erst ca. 1 Monat nach der Geburt sich mit Markscheiden umgiebt. Der Verlauf wurde sicher gestellt durch Schnittserien und vor allem durch Degenerationsversuche.

Es wird nun für die Vögel leichter verständlich, wie sie zum Theile mit sehr ausgebildetem optischen Erinnerungsvermögen arbeiten. Den an der Erde haftenden niederen Vertebraten mag für des Lebens Nothdurft zunächst noch die Verwerthung von Geruchseindrücken genügen, für die Vögel ist aber eine solche kaum vor-

theilhaft. Umgekehrt müssen sie, hoch über ihrer Nahrung, ihren Wohnsitzen u. s. w. schwebend, in der Lage sein, diese optisch zu erkennen und vor Allem sie von etwa bewegten nahrungsähnlichen Körpern zu unterscheiden. Ich erinnere an das sichere Herabstossen des Raubvogels auf die Beute, an die Wanderung, das Wiederfinden der Nester u. s. w.

Auch das andere Bündel, welches bei den Vögeln als aus der Rinde stammend schon erwähnt worden ist, der Tractus septo-diencephalicus, Fig. 137, steht mit den Endstätten des Sehnerven und mit dem sensorischen Apparate des Zwischenhirnes in nahem Connexe. Wir wissen aber über die Function, deren Träger es ist, noch nichts Sicheres. Sehstörungen macht seine Durchschneidung nicht — Jensen. Auch treten danach keine zweifellosen motorischen Störungen auf.

Wir sind noch sehr weit entfernt von der Beantwortung der Frage, die sich nach diesen Beobachtungen sofort aufdrängt, der Frage, welche Fähigkeiten die

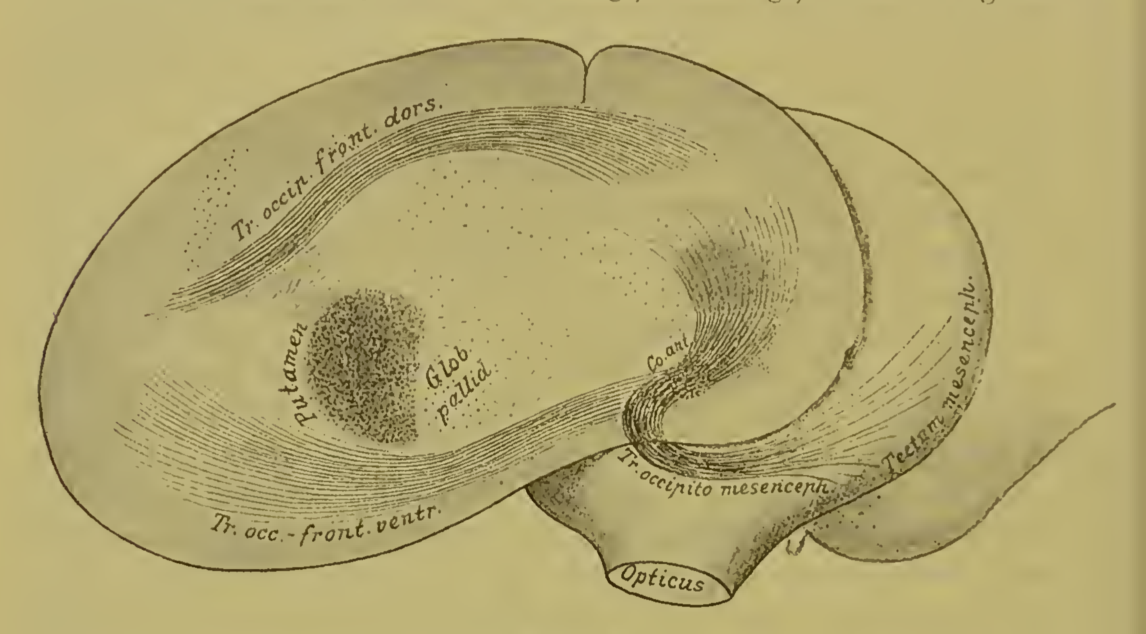


Fig. 143.

Mehrere laterale Sagittalschnitte aus dem Taubengehirne in eine Abbildung combinirt, um den vollständigen Verlauf des Tractus occipito-mesencephalicus zu demonstriren.

primären Endapparate der Sinnesnerven im Gehirn, ihre tiefen Centren also, an und für sich haben, wir wissen nur, was auftritt, wenn sie bei den Säugern ihrer Verbindung mit dem Rindencentrum beraubt werden. Nun ist aber gar nicht unwahrscheinlich, dass in dem Maasse, wie sich das psychische Arbeiten mit der Rinde vermehrt, die Arbeit mit den tieferen Centren zurücktritt. Zum Glücke besitzen wir in den Knochenfischen Wesen, welche gar keine Rinde und nur die niederen Centren besitzen. An ihnen hätten neue Beobachtungen einzusetzen. Es ist direct zu fragen: was vermag ein Reptil im Geruchsbereiche, in der Verwerthung seiner Geruchsempfindungen mehr zu leisten als ein Fisch, nachdem einmal nachgewiesen ist, dass dem Geruchsapparate der Reptilien sich ein corticales Centrum zuaddirt hat. Aehnliche Untersuchungen sind zu verlangen für den Sehapparat. Denn es muss ein Unterschied bestehen zwischen dem Sehen eines Knochenfisches, dessen Optici in dem Mittelhirn ihr Ende finden, und demjenigen eines Vogels oder Säugers, welcher von der primären Endstätte eine Bahn zum Grosshirne besitzt, die dort einen mächtigen Associationsapparat trifft.

Eine unter Mithülfe der Presse vorgenommene Enquete bei Fischzüchtern, Aquarienfreunden etc. hat bisher Folgendes gelehrt. Die Fische sehen und reagiren

auffallend häufig zweckentsprechend auf das Geschehene. Viele von ihnen erkennen mit dem Gesichtssinne die Nahrung und wissen sie, wenn nicht durch Hunger etc. besonders empfindlich, sehr gut von Nichtnahrung zu unterscheiden. Viele erkennen auch, dass sich ein Fütterer nähert und drängen nach ihm hin. Irgend eine andere psychische Aeusserung als ein Losstürzen auf die Nahrung, resp. eine seltene Annäherung an den Fütternden habe ich aus den ca. 200 Briefen, die mir von allen Seiten freundlichst zugeschickt worden sind, nicht sicher ermitteln können. Nur eine Anzahl mit der Flucht zusammenhängender Thätigkeiten, die übrigens schon bei der aus dem Ei kommenden Brut vorhanden sind, bleibt noch. Durch Gewöhnung können die Fische das Flüchten verlernen, sie werden zahm, aber das Erlangte geht, wenn neue Störungen kommen, schnell wieder verloren.

Es hat sich bei dieser Enquete ergeben, dass optisch gewonnene Eindrücke eine Zeit lang zurückgehalten werden können. Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. Bis jetzt erhellt aus denselben, dass die niederen optischen Centren, bei den Knochenfischen also das Mittelhirndach, fähig sind, Eindrücke aufzunehmen und bis zu gewissem Grade zweckmässige Handlungen zu vermitteln, dass aber im Wesentlichen die Fähigkeit zu weiteren Associationen fehlt. Das Mittelhirn, dessen complicirter Dachapparat höchst wahrscheinlich der Träger der erwähnten Functionen ist, muss auch die Fähigkeit besitzen, aufgenommene Eindrücke eine Zeit lang zurück zu halten. Jedenfalls kann nicht mehr die Rinde allein als Unterlage der Gedächtnissfunction in Anspruch genommen werden.

Die Hirnrinde geht noch mit einer Anzahl von Gebieten Verbindungen ein, die weitab vom Grosshirne gelegen sind. Diese treten in voller Mannigfaltigkeit zwar erst bei den Säugern in Erscheinung, und wir werden sie dann näher zu studiren haben. Aber schon bei den Reptilien findet man einen aus dem Stirnpole kommenden und wahrscheinlich im Thalamus endenden Stabkranztheil, einen Tractus cortico-thalamicus, und gerade diese Rindenthalamusverbindung wird später, wie ich schon anlässlich der Beschreibung der Zwischenhirnkerne erwähnte, sehr stark. Auch andere Stabkranzbündel, aber nur sehr dünne, kommen noch bei Vögeln vor, ihre Aufzählung würde, da die Endstätten noch ungenügend bekannt sind, heute nur wenig Interesse für Sie haben.

Giebt es auch bei Reptilien noch keine Rindenverbindungen zu Theilen, die caudal vom Thalamus liegen, so kommt es doch bei den Säugern in aufsteigender Weise mehr und mehr zu solchen Verknüpfungen. Immer grösser, immer wichtiger für die Thätigkeit des Gesammtthieres wird die Rinde, werden, wie wir uns auch schon ausdrücken dürfen, die Verrichtungen, welche unter dem Einflusse der Einübung und des Gedächtnisses vollzogen werden. Die Brücke wird zuerst erreicht, dann aber in nach Säugerarten wechselnder Intensität auch das Rückenmark. Tractus cortico-spinales u. s. w.

Erst bei den Säugern entwickelt sich also mit der grösseren Ausdehnung des ganzen Rindengebietes auch ein mächtiger Stabkranz aus demselben. Ehe wir denselben betrachten, soll aber nicht unterlassen werden zu erwähnen, dass schon bei den Selachiern ein Zug bekannt ist, der, aus dem Mantel kommend, hinter dem Chiasma eine mächtige Kreuzung eingeht. Wohin er dann weiter geräth, das können erst secundäre Degenerationen entscheiden. Dieses Mantelbündel der Selachier ist jedenfalls das älteste markhaltige Bündel, das in der Thierreihe dem Mantel entstammt. Es ist vielleicht ein Tractus cortico-mamillaris, also ein Fornixbündel.

Die grosse Bedeutung der Hirnrinde für die associative Thätigkeit erhellt nicht nur aus den Beobachtungen, die man an rindenberaubten Thieren und rindenkranken Menschen gemacht hat, sondern auch ganz klar aus ihrem Baue. Denn, wie Sie schon gesehen haben, bietet die Rinde schon der Reptilien eine ausserordentlich grosse Möglichkeit zu Verknüpfung von in sie gelangenden Eindrücken. Unzählige Contacte verbinden da die Zellen und die Bahnen der verschiedensten Provenienz. Bei den Vögeln, mehr aber noch bei den Säugern treten dazu noch eigene lange Bündel, welche von einer Stelle der Rinde zu einer entfernteren verlaufen. Man nennt diese Associationsbündel. In Fig. 143 sehen Sie die bei der Taube vorhandenen zwei hierher gehörigen Züge abgebildet, welche geeignet sind, den frontalen mit dem occipitalen Mantel-

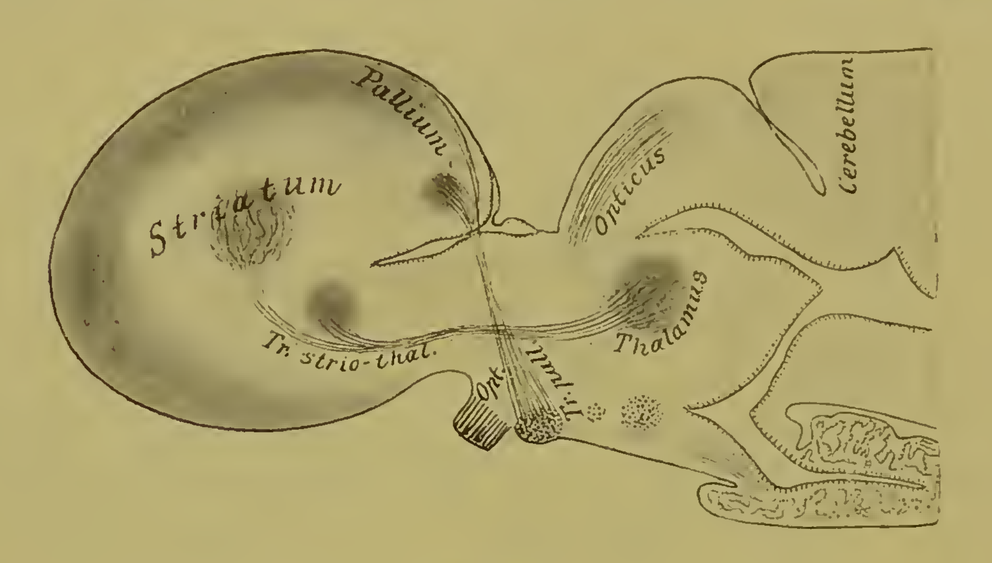


Fig. 144.
Sagittalschnitt durch das Gehirn eines erwachsenen Rocheus, Raja.

abschnitt zu verknüpfen. Das dorsale verläuft dicht unterhalb der Rinde, das ventrale aber zieht, ganz wie die Fasern der Rindenassociationsschicht, über die Manteloberfläche hinweg.

Das Pallium der Vögel ist, soweit wir heute wissen, nicht wesentlich ausgedehnter als dasjenige der Reptilien. Nur im Stirntheile und dann in dem hier erst auftretenden Occipitallappen weist es wesentliche Fortschritte auf. Immerhin kommt die Hauptmasse dessen, was zunächst bei der ersten Betrachtung des Vogelhirnes auffällt, auf die relativ bedeutende Ausdehnung des Striatums und des Mesostriatums.

Erst bei den Säugern aber wird der Mantel mit seiner Rindenlage zu einem mächtigen Gebilde, welches das Stammganglion ganz in den Grössenverhältnissen zurücktreten lässt und auswachsend sich über das caudaler gelegene Zwischen- und Mittelhirn (beim Menschen auch das Hinterhirn) hinweglegt. Sehr hochstehende Gehirne zeigen ausser diesem Wachsen nach hinten noch eine Krümmung der caudalen Mantelhälfte nach unten. Fig. 150.

Der vorderste Theil der Hemisphäre, der Frontallappen, tritt (Meynert) erst bei den höheren Säugern, namentlich beim Menschen, in gesonderte Erscheinung.

Damit Sie nun einmal ganz klar das Auswachsen des Hirnmantels, die Zunahme des Rindenareales, erkennen, will ich Ihnen in Figur 145 ein Reptiliengehirn vorlegen, das ich in ein Säugergehirn eingezeichnet habe. Es wurde natürlich ein Vertreter der niedersten Säuger gewählt, ein Beutelthier. In die Abbildung eines Thylacinusgehirnes ist ein Reptiliengehirn so eingezeichnet, dass die beiden Psalterien sich decken. Nun springt sofort die Aehnlichkeit beider Gehirne ins Auge, man sieht, wie der Ammonswindung des einen der gleiche Zug im anderen entspricht, ja, man erkennt sogar, dass das Riechbündel, welches von der Basis vorn in das Ammonshorn einstrahlt, sich in beiden Abbildungen genau deckt. Vergleiche namentlich Fig. 136, wo im Varanusgehirne dieses Bündel ganz ebenso aussieht. Der hier angestellte Versuch hat seine Bedeutung aber nicht allein nach der rein morphologischen Seite. Er soll nämlich auch zeigen, nach welchen Richtungen hin das Gehirn sich weiter entwickelt, wenn man von den Reptilien einmal ausgeht. Man erkennt zunächst, dass von dem Marsupialiergehirne zu demjenigen der Reptilien ein viel geringerer Schritt ist, als von dem Beutlergehirne hinauf zu demjenigen des Menschen.

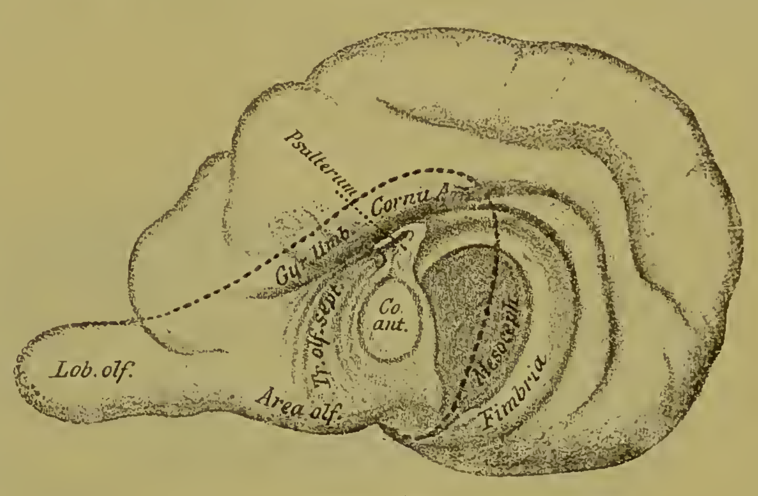


Fig. 145.

Gehirn von Thylacinus nach Flower. Die Contour eines Reptiliengehirnes ist eingezeichnet. Für Detail vergleiche man noch Fig. 136.

Der mächtige Hirnmantel, das Grosshirn, welches beim Menschen so sehr gegenüber allen anderen Hirntheilen auffällt, ist bei den niedersten Säugern, den Aplacentaliern noch relativ klein im Vergleich zum übrigen Gehirne. Mächtig ausgebildet sind nur die Windungsgebiete an der Medialseite des Gehirnes, welche den Palliumrand umgeben. Es wird wichtig sein, diese einmal genauer zu studiren, weil wir später bei den höheren Säugern zwar die gleichen Gebilde, aber zumeist in sehr rudimentärem Zustande kennen lernen werden. Sie werden sie dann leichter verstehen, wenn einmal die Principien, wie sie an den niederen Säugern vor Augen liegen, klar geworden sind. Die Darstellung basirt wesentlich auf den Arbeiten von Elliott Smith.

Sie sehen an Figur 146, dass sich bei dem Schnabelthier, Ornithorhynchus, die Ammonsformation von der Spitze des Schläfenlappens frontal-

wärts über die Ventrikel hinweg erstreckt und vorn, dicht vor der Commissura anterior in dem Grau, welches diese umgiebt — Smith nennt es das Commissurenbett — endet. Mächtige Kreuzungen, das Psalterium, verbinden beide Ammonswindungen. Sie liegen direct dorsal von der vorderen Commissur, ganz wie das bereits von den Reptilien geschildert worden ist.

Bei den höheren Vertebraten, Säugern, entwickeln sich auch aus denjenigen Palliumtheilen, welche nicht dem Ammonshorn angehören, Commissurenfasern, die Fasern des Balkens. Diese brechen — bei Fledermäusen ist ihr Auftreten zuerst beobachtet — dorsal vom Psalterium, zwischen diesem und der Ammonswindung, von einer zur anderen Seite durch. Indem der Balken sich allmählich vergrössert, wenn das Mantelgebiet an Ausdehnung zunimmt, schiebt er die hinter den Com-

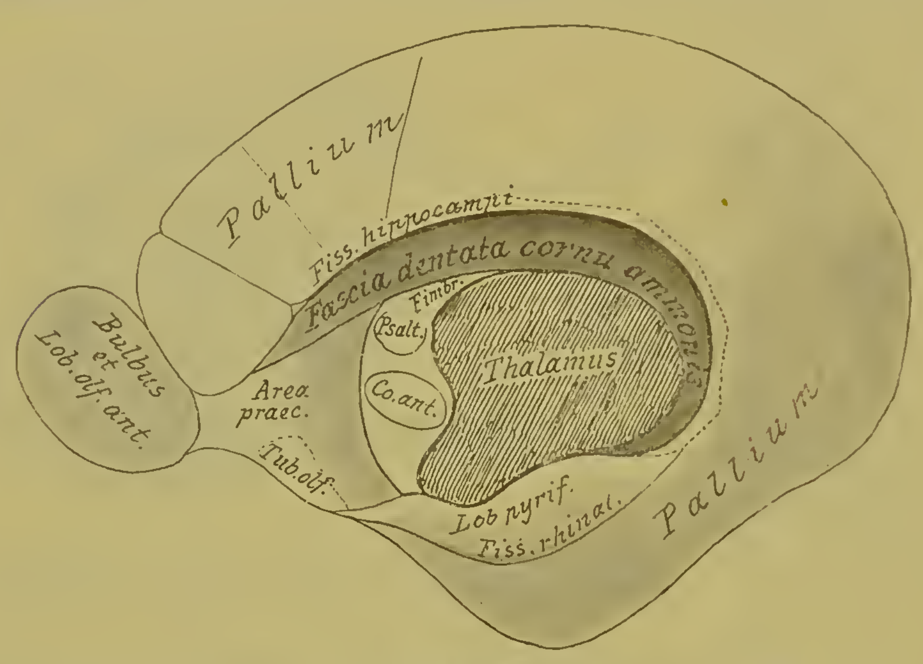


Fig. 146.
Medialansicht des Gehirnes von Ornithorhynchus, die Ammonsformation geschwärzt.
Nach Elliott Smith.

missuren liegende Partie des Ammonshornes weiter rückwärts und bringt die gedehnte Abtheilung auch zur Atrophie. Als zwei dünne graue Stränge „Striae longitudinales Lancisii" liegen diese atrophischen Theile dem Balken dorsal auf. Fig. 147.

Mehr als das atrophische Ammonshorn auf dem Balken interessirt uns der wohl ausgebildete Theil. Er nimmt bei den Thieren mit gut ausgebildetem Riechapparat fast den ganzen Raum ein, der unter dem Balken, dorsal von dem Ventrikel liegt und ist von diesen nur durch den hier ausgespannten, von seinen freien Rändern ausgehenden Plexus chorioides getrennt. Bei den mikrosmatischen Thieren, speciell beim Menschen, ist das Ammonshorn so klein, der Balken wegen der enormen Entwicklung der Hemisphären so lang, dass die Ammonswindung erst an seinem caudalen Ende beginnt. Von da aber zieht sie, wie bei den sämmtlichen übrigen Vertebraten bis in die Spitze des Schläfenlappens.

Aus der mächtigen Rindenausbreitung des Säugethiermantels kommt eine sehr grosse Menge von Fasern, andere münden darin aus. Ihre Gesammtheit, der Stabkranz also, zieht aus der Rinde caudalwärts, um im Zwischenhirne, Hinterhirne und Nachhirne und im Rückenmarke zu endigen. Andere mächtige Bündel durchziehen die Hemisphären, einzelne Gebiete ihres Mantels mit einander verknüpfend. Alle diese zusammen bilden unter der Rinde ein grosses Lager weisser Marksubstanz; seine Ausdehnung ist beim Menschen die relativ grösste, bei niederen Säugethieren ist sie nur klein, und bei manchen, bei der Maus zum Beispiel, nur ganz unbedeutend.

Indem der Stabkranz rückwärts zieht, geräth er zwischen die beiden Kerne des Striatums und gesellt sich hier zu der aus jenen entspringenden Faserung. Der ganze Complex wird als Capsula interna bezeichnet. Wie die Kapsel sich aus den Rinden- und den Striatumfasern zusammen-

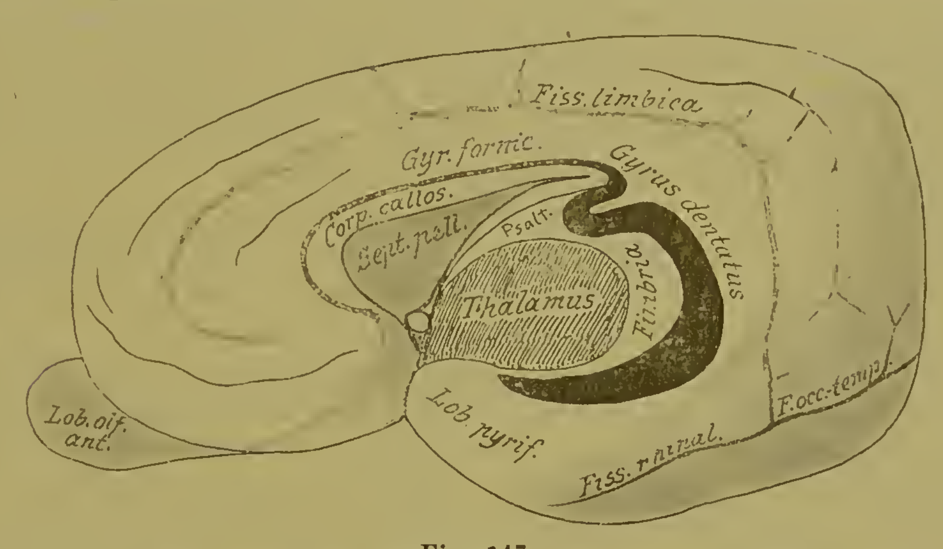


Fig. 147.

Medialansicht des Hundegehirnes. Dorsal vom Balken die atrophische Dentatuswindung, caudal die gut ausgebildete.

setzt, das wird ganz gut sichtbar an der Fig. 124, welche die ersteren von einem Säuger, die letzteren von einem Fische in einander zeichnet.

Alle diese aus- und einstrahlenden Fasern liegen aber enge zu einem vorn sich verbreiternden Bündel geordnet im Hirnmantel. Ist der Rindenapparat unverhältnissmässig grösser, in seinen Eigenzügen mächtiger entwickelt, so muss er sich über diese kleinere Einstrahlung hinweg in Falten legen; solche Hirnwindungen fehlen nur bei wenigen Säugethieren (lissencephale Säuger), bei allen anderen sind sie mehr oder weniger reichlich vorhanden (gyrencephale Säuger). Die Anordnung der Falten, welche für die einzelnen Thiere in gewissen Grenzen constant ist, hängt wohl von zwei Factoren ab: von der Ausdehnung der Hirnrinde, welche sich die betreffenden Arten im Laufe der Stammentwicklung erworben haben, und von den Maassverhältnissen des Schädelraumes, die natürlich mit jener nicht gleichen Schritt halten müssen, da sie auch noch von anderen Factoren

abhängig sind. Man kann desshalb auch keine aufsteigende Entwicklung der Hirnfurchung innerhalb der Thierreihe oder auch nur innerhalb einer einzelnen Familie erkennen.

Bei den niederstehenden Monotremen hat Ornithorhynchus ein ganz glattes, Echidna ein ziemlich reich gefurchtes Gehirn. Ja es giebt noch unter den Primaten einen Affen-Hapale-, dessen Gehirn fast völlig windungslos ist. Die relativ kleine Schädelhöhle in dem riesigen Kopfe des Elephanten, auch diejenige der Wale, welche ähnliche relative Verhältnisse hat, birgt ein sehr windungsreiches Gehirn.

Nicht nur auf den Windungsreichthum, sondern auch auf den Verlauf der Windungen haben die beiden erwähnten Verhältnisse einen Einfluss. Wenn Ihnen die Hirnoberfläche des Menschen näher bekannt ist, dann wird es zweckmässig sein, einmal einen Blick auf die verschiedenen Furchungsrichtungen in der Thierreihe zu werfen.

In der heutigen Vorlesung kam es mir nur darauf an, Ihnen zu zeigen, wie aus unscheinbaren Anfängen sich das grosse Organ entwickelt, das als Träger der höchsten psychischen Thätigkeit sich über die niederen Hirncentren schaltet.

Diese Vorlesung soll, an solchen Punkten angekommen, auch die vergleichend anatomischen Darlegungen beschliessen.

Wenn ich Ihnen die Entwicklung des Gehirnes in der Thierreihe bisher in Umrissen geschildert habe, so geschah es, weil ich zeigen wollte, wie das hochorganisirte Gehirn der Säuger, das wir nun in den nächsten Vorlesungen näher studiren werden, geworden ist.

Sind Sie meiner Darlegung aufmerksam gefolgt, so werden Ihnen zwei Punkte nicht entgangen sein. Einmal, dass bei verschiedenen Klassen die verschiedenen Hirntheile sehr verschieden stark entwickelt sein können. Das Mittelhirn der Fische und der Vögel ist zweifellos mächtiger entwickelt, als dasjenige der Säuger, und mit dem enormen Kleinhirnwurme der Selachier und der Knochenfische kann sich der gleiche Gehirntheil bei keinem anderen Thiere vergleichen.

Dann aber geht aus der bisherigen Betrachtung hervor, dass es wirklich niedrig organisirte Gehirne giebt, solche, bei denen kein einziger Theil eine hohe Ausbildung erreicht hat. Solche haben nur die Cyklostomen und die Amphibien. Den letzteren darf ich gleich, das haben Fulliquet's und Burkhardt's Untersuchungen über allen Zweifel erhoben, die Dipnoer anreihen.

Das Gehirn und das Rückenmark der urodelen Amphibien ist überhaupt nur ganz wenig unterschieden von demjenigen älterer Larven von höheren Thieren. Rückenmark und Oblongata speciell entsprechen etwa menschlichen Stadien aus dem 2.—3. Fötalmonate. In der That lehrt auch die Beobachtung der Amphibien, namentlich der geschwänzten — die Frösche nehmen schon ein etwas höheres Niveau ein —, dass sie ein ungemein seelenloses Traumleben führen, und dass sie kaum zu uns heute erkennbaren Thätigkeiten fähig sind, die etwas Ueberlegung fordern. Schrader, der enthirnte Frösche sehr lange am Leben halten konnte, hat, wenn einmal

die ersten Reizerscheinungen verschwunden waren, eigentlich gar keinen deutlichen Unterschied gegenüber solchen Fröschen gefunden, welche ihre Hemisphären noch hatten. Ich zweifle kaum, dass, wenn derartige Versuche einmal so angestellt werden, dass der basale Riechapparat erhalten bleibt, auch die letzten Differenzen gegenüber dem normalen Thiere schwinden werden. Jedenfalls ist unsere heutige Beobachtungskunst noch nicht weit genug vorangeschritten, um etwaigen durch den Hemisphärenverlust bedingten Ausfall zu erkennen. Aber bei diesen cerebral niedrig organisirten Thieren sind doch die Functionen, welche vom Rückenmarke ausgeführt werden, und diejenigen des verlängerten Markes nicht wesentlich von denen höherer Thiere verschieden. Nur die Beeinflussung derselben von höheren Centren her ist noch nicht erkennbar.

Noch stehen wir in vergleichend psychologischen Fragen ganz im Anfange unseres Wissens. Dass auch die anatomische Forschung hier Nutzen bringend mitarbeiten kann, ja dass es ihr vergönnt ist, gerade da, wo die echt psychologische Beobachtung noch nicht hinreicht, einen gewissen Einblick zu schaffen, das zeigen vielleicht die Vorlesungen, in denen wir die Genese des Gehirnes verfolgt haben.



III. THEIL.

SPECIELLE ANATOMIE DES SÄUGERGEHIRNES

MIT BESONDERER

BERÜCKSICHTIGUNG DES GEHIRNES DES MENSCHEN.



Fünfzehnte Vorlesung.

Die Formverhältnisse des Gehirnes beim Menschen.

Meine Herren! Mit den Grundlinien bekannt, welche das Centralnervensystem der Vertebraten characterisiren, wollen Sie nun dem Gehirne der Säuger speciell Ihre Aufmerksamkeit schenken. Es wird Ihnen nun, da Sie gesehen haben, wie es sich langsam und durch eine lange Reihe von Uebergangsformen hindurch entwickelt hat, gewiss willkommen sein, einmal an dem Beispiele der höchststehenden Gehirne den ganzen Aufbau etwas genauer durchzuarbeiten. Die bisherige Darstellung hat wesentlich in morphologischer und wohl auch in psychophysiologischer Beziehung Ihr Interesse verlangt. Nun aber müssen wir den Anforderungen gerecht zu werden versuchen, welche die Medicin, weit vorangeschritten, wie sie bereits in der Diagnostik der Nervenkrankheiten ist, an den Arzt stellen muss.

Die alten Aerzte haben ganz vorwiegend das menschliche Gehirn studirt und beschrieben. So haben wir von dessen Formverhältnissen die beste Kenntniss, und die zahlreichen Untersuchungen an Gehirnen, deren Träger intra vitam an nervösen Störungen gelitten hatten, Untersuchungen, die wir wieder fast ausschliesslich den Aerzten verdanken, haben unsere Kenntnisse soweit vertieft, dass es heute möglich ist, das Centralnervensystem des Menschen wenigstens in seinen wichtigsten Anordnungen einigermaassen zu übersehen und genauer zu beschreiben.

Wenn sich nun auch diese Vorlesungen nicht an den Anfänger, sondern an Hörer richten, welche bereits im Allgemeinen mit den gröberen Formverhältnissen des menschlichen Gehirnes bekannt sind, so wird es doch nicht ganz überflüssig sein, wenn Sie sich heute wieder einmal diese Verhältnisse als klares Bild vor Ihrem geistigen Auge erstehen lassen. Die Umrisse der Karte, in die wir später alle die Punkte und Strassen, welche von Wichtigkeit sind, einzeichnen wollen, werden durch eine kurze Wiederbelebung des früher Erlernten nochmals zweckmässig fixirt. Orientirt durch die Entwicklungsgeschichte werden Sie sicher leicht die morphologischen Verhältnisse verstehen, welche das Organ des erwachsenen Menschen bietet.

Ein frisches Gehirn wird auf seine Basis gelegt. Den grossen Hirnspalt, welcher die Hemisphären trennt, und die Fossa Sylvii, welche mit

der Ausbildung des Schläfenlappens entstand, werden Sie leicht auffinden. Da das Vorderhirn die meisten anderen Hirntheile überwachsen hat (s. Fig. 23), so könnte man sich diese letzteren von hinten her ansichtig machen, wenn man die Hemisphären aufhöbe, von ihnen abdeckte; auch dadurch könnte es geschehen, dass man die letzteren abtrüge, zum Theil entfernte. Dieser letztere Modus bietet den Vortheil, dass wir auch die Seitenventrikel und das Corpus striatum besser zu Gesicht bekommen. — Gehen wir desshalb ihm folgend vor!

Das horizontal gelegte Messer durchzieht immer beide Hemisphären gleichzeitig und trägt von ihnen 2—3 mm dicke Platten ab. Die erste und die zweite dieser Platten enthalten sehr viel graue Rinde und relativ wenig von ihr umschlossene weisse Substanz, aber schon in der dritten Platte hat man beiderseits ein grosses, weisses Markfeld mitten in der Hemisphäre blossgelegt, das Centrum semiovale. In ihm verlaufen alle Faserzüge, welche von der Rinde nach abwärts ziehen, und ein Theil der Fasern, welche verschiedene Rindengebiete unter einander verbinden. Wenn man die Fig. 26 betrachtet, sollte man beim Weiterschneiden erwarten, dass in der Mitte zwischen beiden Hemisphären nur noch eine dünne Epithelschicht über den Ventrikeln liege. Dem ist aber nicht so. In einer späteren Embryonalperiode sind dicke Fasermassen quer über die Ventrikel von Hemisphäre zu Hemisphäre bei *a* der Fig. 26 gewachsen. So kommt man denn in der Tiefe des grossen Hirnspaltes nicht auf die Ventrikel, sondern auf den Balken (Corpus callosum), wie die Masse der Querfasern bezeichnet wird. Der Balken wird nun durchtrennt und, nachdem auch in beiden Seitenhälften, was noch von weisser Substanz über den Ventrikeln stehen geblieben ist, entfernt wurde, vorn und hinten abgeschnitten. Dabei zeigt sich, dass er mit seiner Unter-

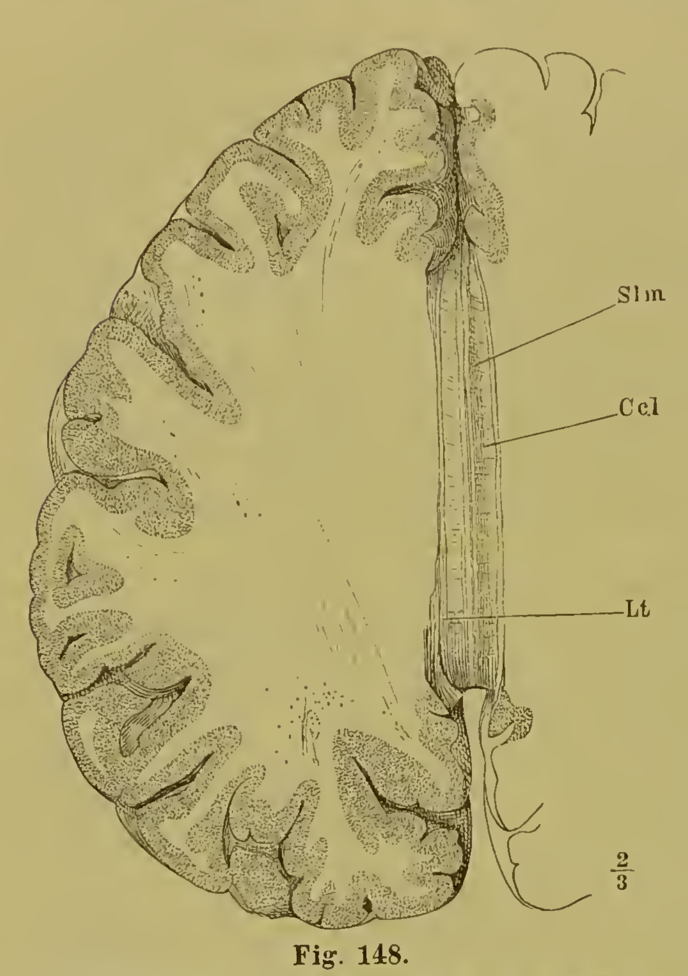


Fig. 148.

Vorderhirn von oben. Die Hemisphären auf das Niveau des Balkens (*Ccl* Corpus callosum = Balken) abgetragen. Der weisse Raum zwischen *Ccl* und Rinde ist das Centrum semiovale. *Lt* Ligamentum tectum, ein Theil der dem Balken benachbarten Hirnrinde; *Slm* Striae longitudinalis mediales. Striae longit. Lancisi. Nach Henle.

fläche an dünnen weissen Faserzügen festklebt, welche, die Ventrikelhöhle überspannend, vorn und hinten in die Tiefe der Ventrikel hinabziehen. Sie gehören dem Gewölbe (Fornix) an.

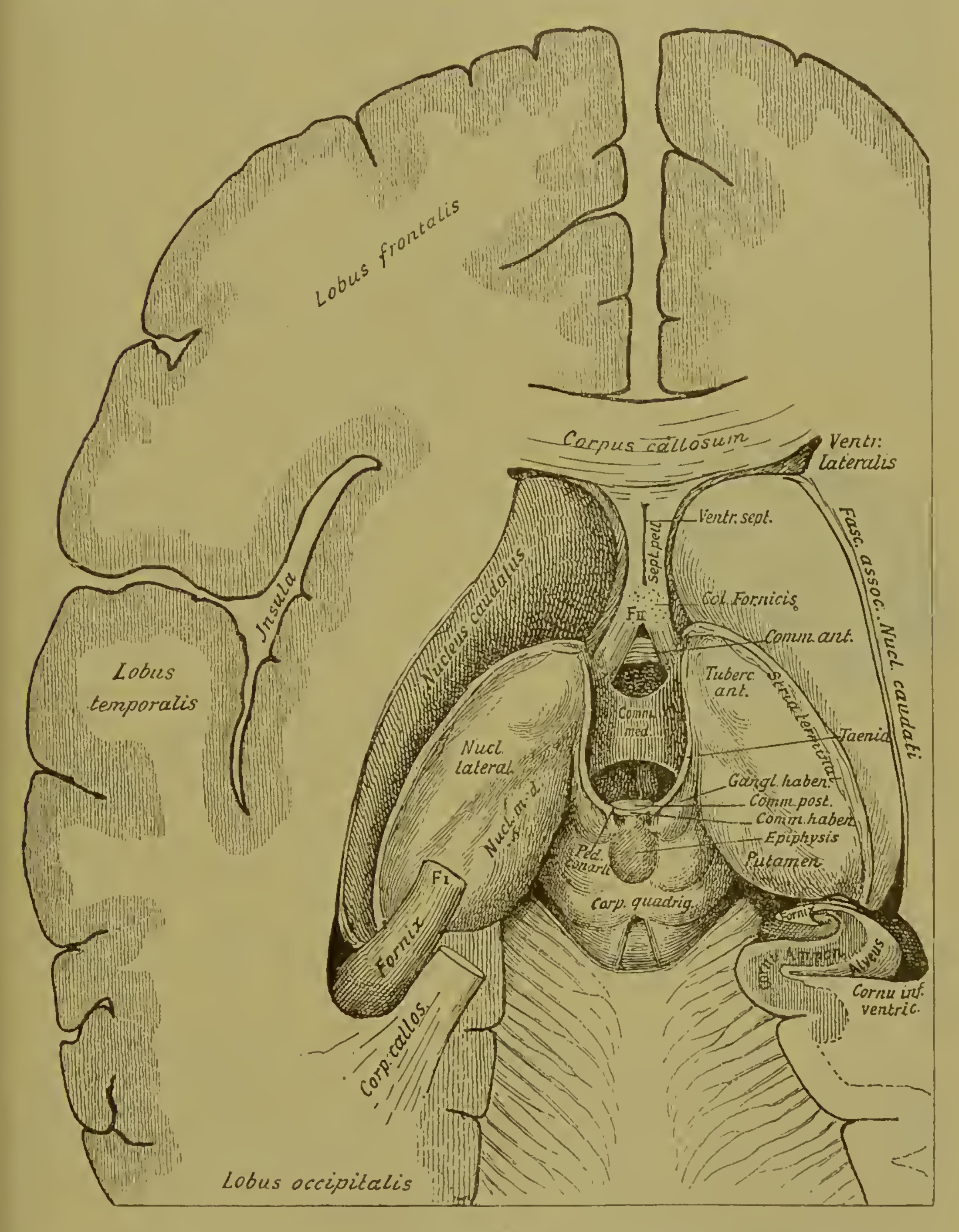


Fig. 149.

Das Gehirn von oben her durch einen Horizontalschnitt geöffnet. Die beiden Hemisphären etwas durch Zug von einander entfernt.

Der Fornix ist eine Combination von Faserbündeln, die immer dem Hemisphärenrand entlang ziehen. Sie entwickeln sich als Crura fornicis beiderseits aus dem medialen Rande des Unterhorns (Fig. 149

hinten), treten dann convergirend über den hinteren Theil des Thalamus und vereinigen sich über dem Ventrikel zu einem breiten Zuge (Corpus fornicis). In dem Winkel, wo sie zusammenstossen, ziehen eine Anzahl Querfasern dahin, diesen so zu einem Dreiecke ausfüllend. Das Dreieck heisst Lyra Davidis, Psalterium. Es liegt unter dem caudalen Balkenende und ist mit diesem meist verklebt. Der Balken liegt also hier dem Hemisphärenrande dicht an. Gelegentlich kommt es vor, dass er doch etwas entfernt von ihm bleibt; dann erkennt man zwischen Fornix und Balken einen kleinen Hohlraum (Ventriculus Verga). Im vorderen Theile des Gehirns aber tritt der Balken ganz regelmässig vom Hemisphärenrande zurück, und es bleibt zwischen ihm und dem Ventrikel ein Stück der sagittalen Hemisphäreninnenwand zurück. Dieses unter (auf unserem Horizontalschnitte hinter) dem Balken liegende Stück der medialen Hemisphärenwand ist das Septum pellucidum. Der zwischen dem rechten und linken Septum bleibende Theil des Hemisphärenspaltes wird Ventriculus septi pellucidi genannt. Wenn Sie sich auf der Fig. 149 einmal den Balken hinwegdenken wollen, so wird Ihnen sofort die Fortsetzung der Hemisphärenwand in das Septum und die Bedeutung des Ventriculus klar sein. Dieser ist kein eigentlicher Ventrikel, sondern nur das durch den Balken überdeckte Stück des Spaltes zwischen den Hemisphären.



Fig. 150.

Innenansicht der auf Fig. 27 abgebildeten embryonalen Hemisphäre; zeigt den inneren unteren Rand der Hemisphäre, welcher zum weissen Markstreif des Fornix verdickt ist. Derselbe wird aber erst nach der Geburt markweiss.

Der Fornix begrenzt natürlich auch diesen Theil der Hemisphärenwand. Er spaltet sich am vorderen Ende des Corpus wieder in zwei Züge, Columnae fornicis, die als caudale Verdickung jedes Blattes des Septum pellucidum vor dem Thalamus in die Tiefe ziehen und an der Grenze von Vorder- und Zwischenhirn in der Hirnbasis ein vorläufiges Ende erreichen.

In Fig. 149 ist das Corpus fornicis mit dem Balken weggenommen. und nur der frontale und caudale Abschnitt das Gewölbes sichtbar geblieben. Rechts, wo der Schnitt durch die weisse Substanz etwas tiefer liegt, ist der Fornix in seinem als Fimbria bezeichneten Theile durchtrennt, er liegt da noch seiner Ursprungsstätte, dem Ammonshorne, dicht an. Links habe ich ihn erst da durchschnitten, wo er sich über die Thalamusoberfläche weg wölbt.

Wenn Sie die Punkte F' und F'' der Figur durch einen sanft über dem Thalamus wegziehenden Bogen verbinden, so haben Sie den Verlauf des Fornix wiederhergestellt. An dem beistehenden medianen Längsschnitte durch ein embryonales Gehirn werden Sie sich leicht den Verlauf des Fornix klar machen können. Sie erkennen da, dass er, aus der

Spitze des Schläfenlappens entspringend, im Bogen das Zwischenhirn überspannt und sich vor diesem zur Zwischen-Vorderhirngrenze herabsenkt.

Nachdem der Fornix und der an ihm hängende Plexus chorioides durchtrennt und abgeschnitten sind, blickt man in die geöffneten Ventrikel (Fig. 149). Der medialst liegende, unpaare ist der Hohlraum des primären Vorderhirns, jetzt Ventriculus tertius genannt. An seinem vorderen Ende steigt aus der Tiefe der Fornix auf. Jederseits vom Fornix liegt dann die Fortsetzung des Ventriculus medius in die Ventriculi laterales (Foramen Monroi). Der Theil dieses Ventrikels, welcher im Stirnlappen liegt, heisst Vorderhorn, der im Occipitallappen Hinterhorn, der Hohlraum des Schläfenlappens wird Unterhorn genannt. Sie können leicht den Finger in jedes dieser Hörner einführen. Die basalen Gebiete beider Hemisphären sind durch die Commissura anterior unter einander verbunden. Ihr markweisses Faserbündel sehen Sie vor den Fornixschenkeln dahinziehen.

Aus dem Boden des Seitenventrikels erhebt sich der Nucleus caudatus; weiter nach hinten werden Theile sichtbar, die nicht mehr zu den Hemisphären gehören, das Zwischenhirn (Thalamus opticus) und das Mittelhirn (Corpora quadrigemina). Hinter diesem zeigt sich das Dach des Hinterhirnes, das Cerebellum.

Der Hohlraum zwischen beiden Thalamis, der Ventriculus medius, ist der Hohlraum der einstigen Zwischenhirnblase. Nach oben ist er von dem gefalteten Plexus chorioides abgeschlossen, an dessen caudalem Ende die nun solid gewordene Zirbelausstülpung, Corpus pineale, liegt. Der Boden des Zwischenhirnes, der nach vorn natürlich durch die embryonale Schlussplatte gebildet wird, besteht aus grauer, sich trichterförmig nach der Schädelbasis hinabsenkender Substanz. Diese Ausstülpung heisst Tuber cinereum, ihr Hohlraum Infundibulum, Trichter. In Fig. 149 ist sie nicht sichtbar, wohl aber auf dem Medianschnitte der Fig. 157 und auf 159, Lam. t. vor dem Chiasma.

Die Furche zwischen Thalamus und Nucleus caudatus wird von einer langen Vene durchzogen, unter der man regelmässig einen dünnen weissen Faserzug, Stria terminalis, Taenia semicircularis findet. An der Oberfläche des Thalamus kann man bald mehr, bald weniger deutlich einzelne Einbuchtungen erkennen, welche Höcker der Oberfläche von einander scheiden. Diese Höcker entsprechen den Thalamuskernen. Immer nachweisbar ist vorn das Tuberculum anterius, die gewölbte Oberfläche des Nucleus anterior thalami. Auch die Scheidung zwischen einem medialen und einem lateralen Thalamuskerne ist zuweilen ausgesprochen. Innen ist der ganze Thalamus bedeckt vom centralen Höhlengrau, das auf eine kurze Strecke sich mit dem Grau der anderen Seite zur Commissura mollis vereint. In dieses Grau tauchen ganz vorn die Fornixsäulen ein. Nahe der Stelle, wo dies geschieht, sieht man jederseits ein Faserbündelchen sich aus der Tiefe erheben, das auf die Thalamusoberfläche gelangt und dicht an der medialen Kante rückwärts zieht. Es taucht dann vor dem

Mittelhirne zum grössten Theile ein in einen langgestreckten Körper am dorsalen Thalamusrande, das Ganglion habenulae. Das Bündel heisst Taenia thalami und bildet einen Zuzug aus dem Riechapparate an der Hirnbasis zum Zwischenhirne.

Ein Theil der Taenia zieht, noch andere Fasern aufnehmend, weiter bis hinter das Ganglion habenulae und begiebt sich direct vor der Zirbel auf die andere Seite. Dies Stück von dem Ganglion bis zur Zirbel heisst Pedunculus conarii, weil an ihm die Zirbel aufzusitzen scheint. Die direct vor der Epiphyse liegende Kreuzung der Bündel wird als Commissura habenularum bezeichnet. Diese Kreuzung liegt direct dorsal und frontal von der Commissura posterior, von der sie meist gar nicht getrennt wurde. S. auch Fig. 184.

Die graue Masse des Thalamus ist von weissen Fasern (Stratum zonale), welche zum Theile zum Nervus opticus gelangen, überzogen. Einen Hauptursprungspunkt für diesen Nerven bildet eine Anschwellung am hinteren Theile des Thalamus, das Pulvinar. In diesem Ganglion und in einem Höcker, der auf seiner Unterseite liegt (Corpus geniculatum laterale), verschwindet der grösste Theil des Nervus opticus.

Die Faserzüge aus den Hemisphären, welche zwischen diesen und dem Zwischenhirne in der Tiefe gelagert waren, treten caudal vom Zwischenhirne zum grossen Theile aus der Hirnmasse heraus und liegen dann als zwei dicke Stränge frei an der Unterfläche der folgenden Hirnabtheilung, des Mittelhirnes. Sie heissen in ihrer Gesammtheit Hirnschenkel, Pedunculi cerebri.

Hinter der Zirbel beginnt das Mittelhirndach, als dessen vordersten Theil wir die Commissura posterior ansehen, deren Schenkel durch das Mittelhirn caudalwärts ziehen. Die hinter dieser Commissur sichtbar werdenden Vierhügel werden wir später noch genauer kennen lernen.

Von dem Corpus striatum ist, wenn das Gehirn von oben her, wie wir es eben gethan, geöffnet wird, nur der mediale Theil, der Nucleus caudatus, sichtbar, der laterale, der Nucleus lentiformis, liegt tiefer und ist von den Markmassen bedeckt, die über ihn weg in die Capsula interna ziehen. Man könnte ihn zu Gesicht bekommen, wenn man nach aussen vom Nucleus caudatus in die Tiefe ginge. Besser aber werden Sie sich über seine Form orientiren, wenn ein Frontalschnitt quer durch das ganze Gehirn da gelegt wird, wo in Fig. 149 hinter dem dicksten Theile (Caput) des Nucleus caudatus der Thalamus beginnt, also dicht hinter den aufsteigenden Fornixschenkeln.

Es ist nicht sehr schwer, sich über das so entstehende Querschnittsbild Fig. 151 zu orientiren, wenn Sie sich der in Fig. 26 gezeichneten Verhältnisse erinnern. Die Hirnwand ist wesentlich dicker als zur Fötalzeit, vom Boden her ragt aber noch wie auf jenem Schnitte das Corpus striatum in die Ventrikelhöhle. Der äussere Spalt ist jetzt dadurch verlegt, dass die Stabkranzfaserung aus der Rinde im spätembryonalen Leben sehr zugenommen hat. In der Tiefe des grossen Hirnspaltes wird, wie Sie sehen,

der Ventrikel durch die dicke Querfaserung des Balkens zugedeckt. Zu diesem steigen aus der Tiefe die zwei Fornixsäulen, zwischen den dünnen Blättern des Septum pellucidum den Ventriculus septi pellucidi frei lassend. Sie ragen frei in einen Hohlraum hinein, den Seitenventrikel. Dieser wird nach aussen begrenzt vom Corpus striatum. Gerade hier sehen Sie sehr schön, wie das Corpus striatum von den dicken Fasermassen der inneren Kapsel durchbrochen und anscheinend in zwei Ganglien getheilt ist. Im Linsenkerne, also in dem äusseren Theile des Corpus striatum, unterscheiden Sie leicht drei Abtheilungen; nur das äussere dieser drei Glieder, das



Fig. 151.
Frontalschnitt durch das Gehirn des Erwachsenen. Erklärung im Text.

dunkler gezeichnete, Putamen genannt, ist gemeinsam mit dem Schwanzkerne als Ursprungsgebiet von Fasern bekannt. Die beiden inneren (Globus pallidus) sind in ihrer Bedeutung noch unklar. Der Globus pallidus besteht zuweilen aus drei und mehr Abtheilungen. Nach aussen von dem Linsenkerne liegt noch eine dünne graue Masse in der Hemisphärenwand, die Vormauer, Claustrum. Der Raum zwischen ihr und dem Linsenkerne heisst Capsula externa. Weiter nach aussen folgt dann die Rinde der Insel. Die graue Masse am Boden des mittleren Ventrikels gehört der Wand des Infundibulums, dem Tuber cinereum an. Man bezeichnet sie und ihre Fortsetzungen als centrales Höhlengrau.

Da, wo dieses und die Rinde des Schläfenlappens an einander grenzen, liegt ein grosser rundlicher Kern, der Nucleus amygdalae, Mandelkern. Er steht wahrscheinlich in Beziehungen zu dem Ursprungsapparate des Riechnerven. Aus der Gegend des Mandelkernes, wahrscheinlich aus dem Kerne selbst, entspringt ein Theil der Faserbündel, die als Taenia semicircularis zwischen Thalamus und Schwanzkern dahinziehen.

Aus vergleichend anatomischen Erfahrungen wissen wir, dass die noch dem centralen Höhlengrau zugezählte horizontale Partie der Abbildung zwischen Trichter und Mandelkern ein beim Menschen sehr atrophirtes Rindengebiet ist. Man bezeichnet sie als Lobus olfactorius posterior, Riechfeld.

Zwischen den Fornixschenkeln sehen Sie in Fig. 151 die vordere Commissur. Ihre Fasern krümmen sich, indem sie durch das Corpus striatum treten, nach rückwärts. So kommt es, dass wir dicht unter dem äusseren Gliede des Linsenkernes ihrem Querschnitte nochmals begegnen. Fig. 151 links unten.

Ich kann Ihnen, meine Herren, nicht eifrig genug empfehlen, alle in der heutigen Vorlesung genannten Gebilde am frischen Gehirne aufzusuchen und sich über ihre Lage durch eigene Präparation zu orientiren. Die Darstellung durch Bild und Wort wird Ihnen hierbei wohl einen festen Anhalt geben, sie kann aber nie das ersetzen, was durch Studium am frischen Präparate gewonnen wird.

Wir wollen jetzt ein anderes Gehirn vornehmen und die Windungen und Furchen der Grosshirnoberfläche betrachten.



Fig. 152.
Gehirn einer menschlichen Frucht aus der 13. Woche.

Es ist noch nicht so lange her, dass die Anatomen wenig und die Aerzte gar kein Interesse der Lehre von der Gestaltung der Hirnoberfläche entgegenbrachten; noch ist nicht so gar viel Zeit verflossen, seit Ordnung gebracht wurde in das anscheinend so unregelmässige Chaos der Hirnwindungen, dass klare Abbildungen an die Stelle jener älteren Tafeln getreten sind, von denen ein Autor mit Recht sagt, dass sie eher eine Schüssel voll Maccaroni, als ein Gehirn darstellten. Für das menschliche Gehirn speciell ist das Interesse erst recht lebhaft geworden, als die Physiologie und bald genug auch die Pathologie gezeigt hatten, wie verschiedenartig Reizungen, Exstirpationen, Erkrankungen sich äussern, je nachdem sie die eine oder die andere Windung der Hemisphärenoberfläche treffen.

Nur durch das Wort und die Zeichnung wird es mir nicht gelingen, Sie mit den Windungszügen so, wie wünschenswerth ist, vertraut zu machen. Wollen Sie desshalb ebenfalls ein Gehirn zur Hand nehmen und, meinem Vortrage folgend, Furche für Furche, Windung für Windung sich aufsuchen.

Die ursprünglich linsenförmigen Hemisphären wachsen, wie Sie wissen, nach vorn und hinten aus. Nur in der Mitte, da, wo innen das Corpus

striatum liegt, folgt die Wand nicht so rasch dieser Ausdehnung und geräth so allmählich mehr in die Tiefe. Die flache Depression, welche dadurch am Stammtheile der Hemisphäre entsteht, heisst Fossa Sylvii, und jene Partie, welche in der Grube liegt, der Stammlappen oder die Insula Reili. Die Insel ist also diejenige Rindenpartie, welche den Grosshirnganglien aussen anliegt. Sie ist anfangs noch ganz unbedeckt, wird aber später mehr und mehr von dem auswachsenden Grosshirne verborgen.

Sie finden leicht am ausgebildeten Gehirne diese Grube und ihre caudale Verlängerung, die grösste der Hirnfurchen, die Fissura Sylvii auf und entdecken, wenn Sie dieselbe auseinanderziehen, in ihrer Tiefe die

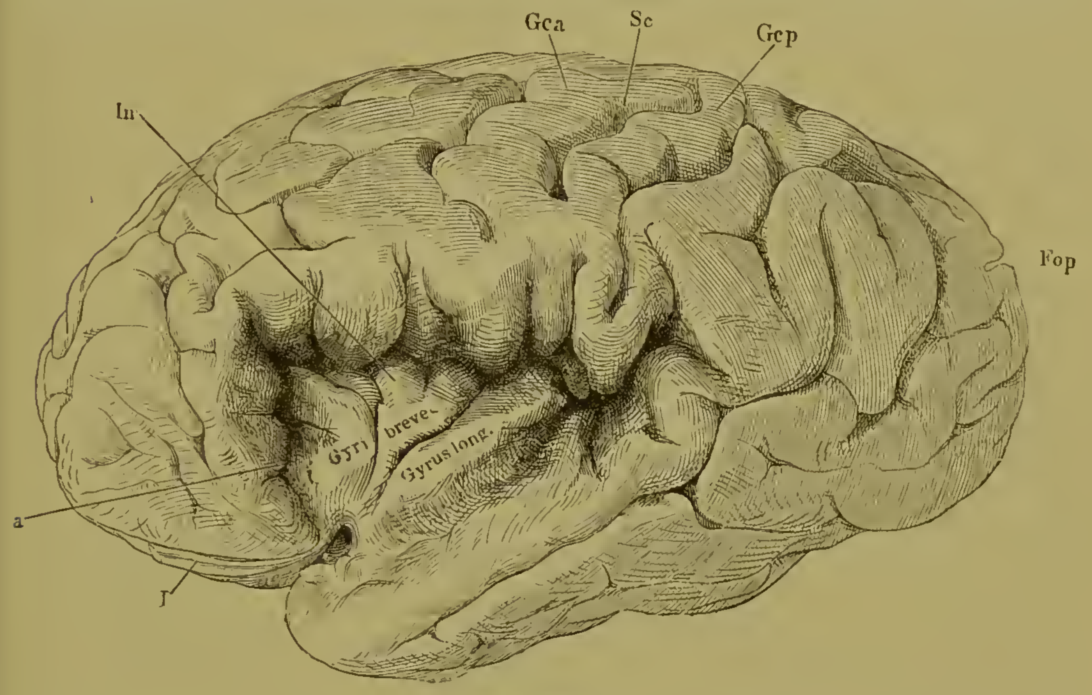


Fig. 153.

Die linke Hemisphäre mit auseinander gezogener Fissura Sylvii, um die Windungen der Insel *In* zu zeigen. *Sc* Sulcus centralis. *Gca*, *Gcp* Gyrus centralis anterior und posterior. *Fop* Fiss. parieto-occipitalis. Nach Henle.

Insel, die, wie Sie dann sehen, von einigen senkrecht und schräg gestellten Furchen durchzogen ist. Im fünften Schwangerschaftsmonate sind die Theile der Sylvischen Spalte, ein vorderer und ein hinterer, schon sehr deutlich. Das übrige Gehirn ist noch glatt. (Vgl. Fig. 27.)

Von dieser Entwicklungszeit ab treten auf der Hirnoberfläche durch locale Erhebungen der Hemisphärenrinde Furchen (Sulci) auf, welche in den späteren Monaten sich mehr und mehr ausbilden, bis dann zur Zeit der Geburt fast alle Furchen und Windungen deutlich ausgeprägt sind, welche das Gehirn des Erwachsenen besitzen wird.

Die folgenden rein schematischen Abbildungen mögen Ihnen als Wegweiser beim Studiren der Hirnoberfläche dienen. Nur die wichtigeren constanten Windungen und Furchen sind darin aufgenommen. Das einfache Schema prägt sich leichter dem Gedächtnisse ein, als Abbildungen

der wirklichen Hirnoberfläche, welche alle die kleineren Windungen, die seichteren Furchen, welche inconstant sind, neben den tieferen constanten Gebilden wiedergeben. Wollen Sie zunächst die Fissura Sylvii aufsuchen. Sie trennt den grössten Theil des Schläfenlappens vom übrigen Gehirne. Man unterscheidet einen langen hinteren und einen oder zwei kurze vordere, nach oben gerichtete Schenkel an ihr. Die Gehirnmasse, welche da liegt, wo jene zusammenstossen, deckt die Insel zu und heisst Operculum. Wenn man die Hirntheile, welche die Sylvische Spalte umgeben. auseinanderzieht, wie es an dem Fig. 153 abgebildeten Präparate geschehen ist, so bietet sich die Insel frei dem Blicke. Man erkennt, dass sie durch eine tiefe, schräg von vorn nach hinten über sie aufwärts ziehende Furche, Sulcus centralis insulae, in 2 Läppchen getheilt wird. In dem

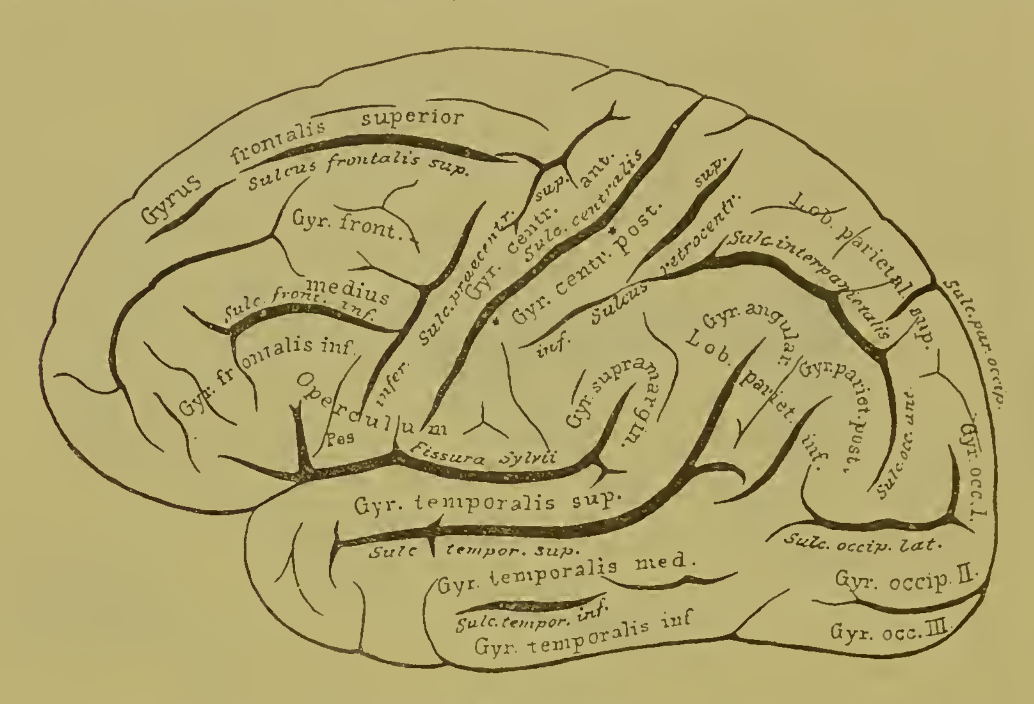


Fig. 154.

Seitenansicht des Gehirnes. Dio Gyri und Lobuli sind mit Antiquaschrift, die Sulci und Fissurae mit Cursivschrift bezeichnet.

vorderen breiteren bilden mehrere fast senkrecht gestellte Furchen 3—4 Gyri breves insulae, das hintere ist eigentlich nur ein einziger längerer Windungszug, der Gyrus longus. Er grenzt direct an den Schläfenlappen. In dem Operculum beginnt eine wichtige Furche, die von da zur Hirnkante aufsteigt, oft auch in diese einschneidet, der Sulcus centralis, die Centralfurche. Nicht selten theilt eine kleine Uebergangswindung in der Tiefe der Spalte diese in eine untere und eine obere Hälfte. Die neueren chirurgischen Operationen am Gehirne, ebenso die aus physiologischen Studien gewonnene Erkenntniss haben es wünschenswerth gemacht, die Länge der Furche in Theile zu zerlegen. Als Anhaltspunkte dienen die beiden auf der Abbildung mit * bezeichneten Kniee, das obere und das untere Knie der Centralspalte. Suchen Sie sich die Furche in Fig. 154 auf. Sie trennt den Lobus frontalis vom Lobus parie-

talis. Was nach unten von der Sylvischen Spalte liegt, heisst Lobus temporalis. Vor dem Sulcus centralis liegt die vordere Centralwindung[1], hinter ihm die hintere Centralwindung[2]. Das Gebiet vor der vorderen Centralwindung, der Stirnlappen, wird durch zwei Furchen, die obere und die untere Stirnfurche, in drei Windungen, die obere, mittlere und untere Stirnwindung, getheilt. Diese Stirnwindungen sind nicht immer in der ganzen Länge des Stirnlappens scharf von einander geschieden, da die Stirnfurchen oft genug nach kurzem Verlaufe durch Querbrücken unterbrochen werden. Sie finden leicht an jedem Gehirne diese drei über einander liegenden Theile des Stirnlappens und bemerken wohl auch, dass sie mit der vorderen Centralwindung durch mehrere Uebergangswindungen zusammenhängen. Geschieden werden sie von dieser Windung durch eine in ihrer Länge und Tiefe sehr veränderliche Furche, den Sulcus praecentralis, von dem neben einem constanteren unteren zuweilen ein kürzerer oberer Abschnitt nachweisbar ist. Das Verhältniss, welches hier die Abbildung der Figur 154 bietet, soll nach Untersuchungen von Schnopfhagen das häufigste sein.

An der sehr breiten mittleren Stirnwindung wird neuerdings ein medialer von einem lateralen Abschnitte unterschieden. Die untere Stirnwindung wird von den beiden kurzen vorderen Aestchen der Fissura Sylvii eingeschnitten. Sie vereinen sich in Form eines V am Hauptaste. Die Gegend dieses V ist der als Pars opercularis bezeichnete Abschnitt der Windung. Hier kommen je nach der Höhe der intellectuellen Entwicklung nicht unbeträchtliche Variationen vor. Speciell der Abschnitt, welcher zwischen dem caudalen Schenkel des V und der vorderen Centralwindung liegt, der Fuss der unteren Stirnwindung, ein einfacher Windungszug, zeigt oft Einkerbungen, Verbreitungen u. dergl. Am Gehirne Gambetta's, bekanntlich eines hervorragenden Redners, war er links zur Doppelwindung geworden (Hervé).

Das Gehirn der anthropoiden Affen ist an Windungszügen dem des Menschen ausserordentlich ähnlich. Was es aber von jenem ganz besonders scheidet, das ist die Entwicklung der Stirnwindungen. Die obere und die mittlere sind immer sehr viel kürzer, die untere ist nur in Rudimenten nachweisbar. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dies der anatomische Ausdruck für geringere Intelligenz und besonders auch für das ganz unentwickelte Vermögen zu artikulirter Sprache ist. Da wir wohl unserem Sprachvermögen die Ausbildung unserer Intelligenz verdanken — nicht das Individuum, sondern die Gesammtheit ist gemeint —, so kann man vielleicht in der mangelhaften Ausbildung der unteren Stirnwindung die Ursache der geringeren Entwicklung des ganzen Stirnhirnes der Affen finden.

Der Schläfenlappen ist von mehreren Furchen durchzogen, welche parallel mit der Fissura Sylvii laufen und eine obere, mittlere und untere Temporalwindung mehr oder weniger scharf von einander trennen. Meist sind nur die beiden ersten in ihrer ganzen Länge deutlich abscheidbar.

Suchen Sie jetzt das Gebiet hinter der Centralfurche, nach oben vom Schläfenlappen auf; es heisst Parietallappen. In ihm wird durch

1) Circonvolution frontale ascendente } der französischen Autoren.
2) Circonvolution pariétale ascendente } der französischen Autoren.

eine Furche, Sulcus interparietalis, welche im Bogen um die Enden der Fossa Sylvii und der ersten Schläfenfurche herumläuft, ein oberer und ein unterer Parietallappen abgeschieden. Der obere ist durch nichts vom grössten Theile der hinteren Centralwindung geschieden, wenn nicht, was übrigens oft vorkommt, ein Zweig des Sulcus interparietalis nach der Hemisphärenkante hinaufsteigt und so die Verbindung bedeutend verschmälert.

Dieser Ast, Fissura retrocentralis sup., kommt auch getrennt von der Interparietalspalte vor. Die Interparietalspalte lässt drei, gelegentlich auch gesondert auftretende Abschnitte erkennen, Der frontale Abschnitt wird als Fissura retroeentralis inf., der caudale als Sulcus occipitalis anterior oder perpendieularis bezeichnet.

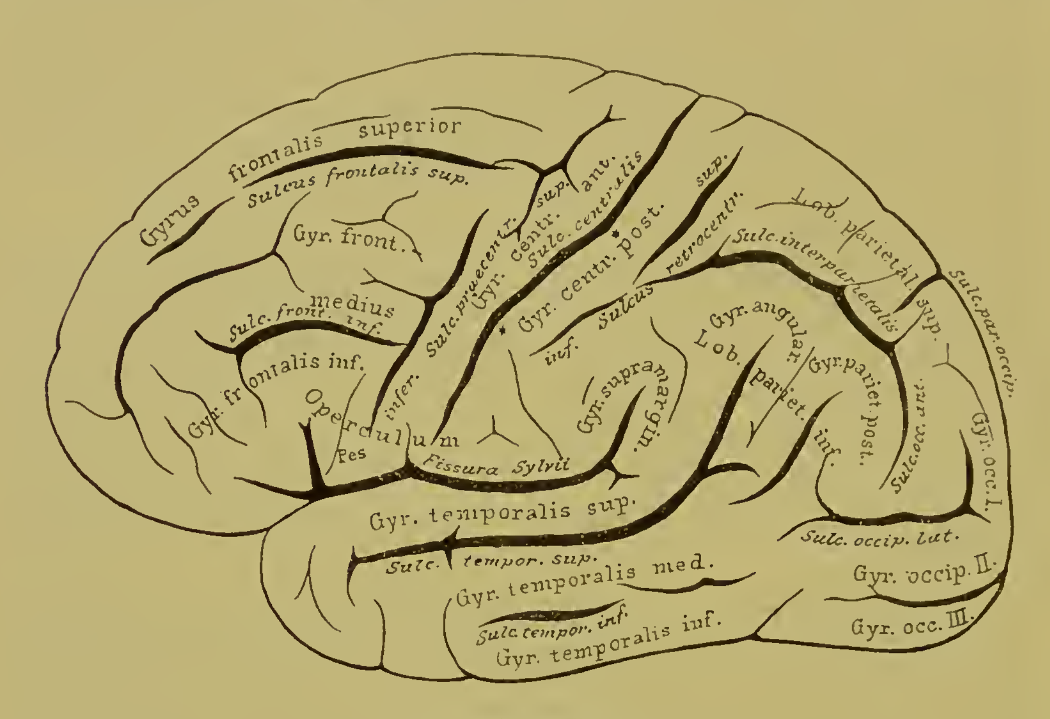


Fig. 155.
Seitenansicht des Gehirnes.

Den Theil des unteren Scheitellappens, welcher das Ende der Fissura Sylvii umkreist, nennt man Gyrus marginalis, den dahinter liegenden Theil, welcher um die obere Schläfenfurche zieht, Gyrus angularis. Den ersteren sehen Sie an jedem Gehirne sofort, den letzteren Gyrus müssen Sie sich mit etwas mehr Mühe aufsuchen. Sie finden ihn in dem Raume, welcher von der Interparietalfurche nach oben, von der oberen Schläfenfurche, resp. deren Ende nach unten abgeschlossen ist; eben um dieses Ende schlägt sich ja sein hinterer Theil herum. Die Gegend des Gyrus angularis ist localisatorisch wichtig. Es ist desshalb vortheilhaft, sie gut begrenzen zu können. Der kleine Windungszug, direct caudal von derselben, wird als Gyrus parietalis posterior bezeichnet.

Der Occipitallappen ist lateral nicht in allen Gehirnen so gleichmässig gefurcht, dass man immer die von den Autoren angegebene obere.

mittlere und untere Occipitalwindung leicht und ohne Künstelei wiederfinden könnte. Von dem Scheitellappen ist er gewöhnlich durch die vordere Occipitalfurche, welche senkrecht hinter dem Lobus parietalis inferior herabzieht, geschieden. Eine oder zwei etwa horizontal gestellte kleine Furchen trennen die kleinen Windungen unter sich.

Haben Sie alle diese Furchen und Windungen gefunden, so schneiden Sie das Gehirn, dem grossen Längsspalte zwischen den Hemisphären folgend, mitten durch und studiren nun die mediale Seite desselben.

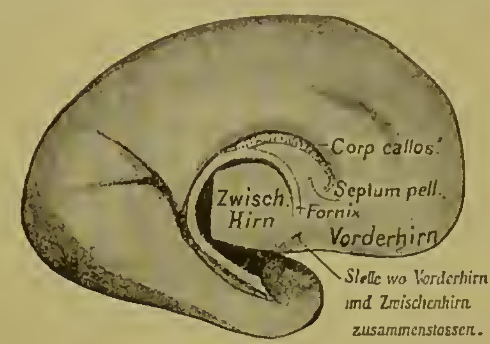


Fig. 156.

Innenansicht der auf Fig. 27 abgebildeten embryonalen Hemisphäre; zeigt den inneren unteren Rand der Hemisphäre, welcher zum weissen Markstreif des Fornix verdickt ist. Derselbe wird aber erst nach der Geburt markweiss.

Die wichtigsten Theile der medialen Hemisphärenwand haben wir schon in der 5. Vorlesung kennen gelernt, als wir die Entwicklungsgeschichte derselben studirten. Ich erinnere Sie nochmals daran, dass wir damals erfuhren, dass der Hemisphärenrand zum Fornix verdickt in einem Bogen der nach hinten und unten auswachsenden Hemisphäre folgt, dass vorn, da wo der Balken durchbrach, noch dasjenige Stück der Innen-

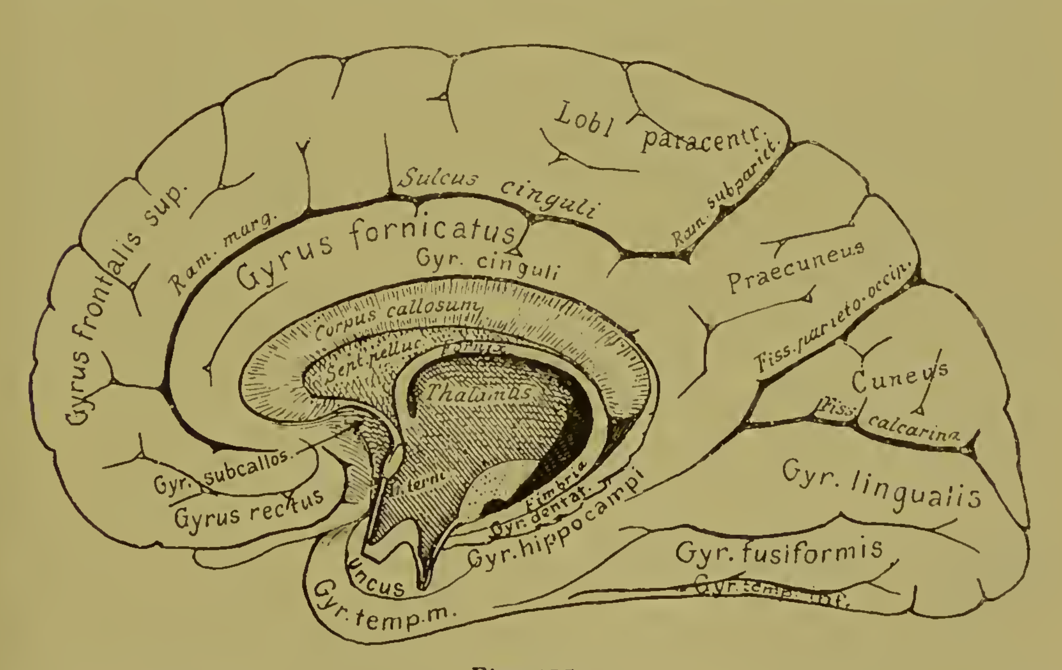


Fig. 157.

Längsschnitt durch die Mitte eines Gehirnes vom Erwachsenen. Der hintere Theil des Thalamus, die Hirnschenkel u. s. w. sind abgetrennt, um die Innenseite des Schläfenlappens frei zu legen.

wand, welches zwischen ihm und dem Fornix lag, als Septum pellucidum erhalten blieb.

Durch die Entwicklungsgeschichte orientirt, verstehen Sie leicht den vorhin angefertigten Schnitt durch das Gehirn des Erwachsenen. An dem

Präparate, nach welchem vorliegende Zeichnung Fig. 157 gefertigt wurde, sind, ebenso wie hier an dem wieder demonstrirten embryonalen Gehirne (Fig. 156), alle Theile, welche hinter der Mitte des Thalamus liegen, abgeschnitten, weil sie die Unterseite des Schläfenlappens verdecken und ein Verfolgen der Fornixzüge nicht gestatten.

Sie erblicken also jetzt auf dem Längsschnitte in der Mitte das Zwischenhirn, resp. seine laterale Wand, den Thalamus opticus. An der Grenze zwischen ihm und dem Grosshirne zieht der zu einem weissen Markstreifen verdickte Hemisphärenrand, der Fornix, im Halbbogen dahin. In der grauen Substanz hinter der Lamina terminalis tritt er nahe der Hirnbasis zuerst auf, steigt als Columna fornicis dorsalwärts, begleitet den Rand der Hemisphäre dann immer weiter, krümmt sich mit ihm in Schläfenlappen und endet erst an dessen Spitze.

Die horizontale Masse quer durchtrennter Fasern über dem Fornix gehört dem Balken (Corpus callosum) an; an diesem erkennen Sie vorn das Knie, Genu, hinten das Splenium, den Wulst, und in der Mitte den Körper. Zwischen Balken und Fornix liegt das dreieckige Feld des Septum. Ausserdem erkennen Sie dicht vor dem Fornix unten die Commissura anterior auf dem Querschnitte. Sie liegt mitten in der Lamina terminalis, die sich dann ventralwärts in den Boden des Zwischenhirnes fortsetzt und hier durch das quer getroffene Chiasma etwas eingestülpt wird. Ich habe absichtlich diese zum Theile nur häutigen Gebilde an unserem Präparate stehen lassen, damit Sie sich hier wieder einmal den ventralen Abschluss des mittleren Ventrikels ansehen können. Auch die Hinterwand, das Infundibulum und ihren Uebergang in das ventrale Mittelhirngebiet, den Haubenwulst, habe ich nicht abgeschnitten. Wollen Sie aber an Ihrem Präparate alle diese grauen Theile abheben und beobachten, wie der Fornix hinter der mit Uncus bezeichneten Stelle sein Ende findet.

Der Theil der Hemisphärenscheidewand, welcher über dem Balken liegt, ist von wenigen und ziemlich constanten Furchen durchzogen.

Zunächst zieht dem Balken parallel der Sulcus cinguli. Hinten wendet er sich nach oben zur Hemisphärenkante und endet dort in einem kleinen Einschnitte caudal von der hinteren Centralwindung.

Der Sulcus cinguli, welcher auch die Namen Sulcus callosomarginalis, Randfurche, Fissura limbica, Fissura splenialis geführt, besteht eigentlich aus drei hinter einander liegenden, nicht selten wirklich getrennten Stücken.

Was nach vorn und oben von dieser Furche liegt, rechnet man zur oberen Stirnwindung; der Windungszug, welcher zwischen der Furche und dem Balken einherzieht, heisst Gyrus fornicatus. Ein Blick auf ein Präparat oder auf unsere Abbildung zeigt Ihnen, dass der Gyrus fornicatus sich in seinem hinteren Theile nach oben hin verbreitert und über die Hemisphärenkante hinweg direct in den Lobus parietalis superior übergeht. Diese Verbreiterung heisst Praecuneus. Direct vor dem Praecuneus liegt eine Rindenpartie, welche aussen an beide Centralwindungen

anstösst und diese unter einander verbindet. Sie wird als Paracentrallappen bezeichnet.

Hinten erreicht der Praecuneus sein Ende an einer tief einschneidenden, immer etwas auf die Aussenseite der Hemisphäre übergreifenden Furche, der Fissura parieto-occipitalis. Diese Fissura parieto-occipitalis greift manchmal sehr weit über die Innenfläche hinaus und verläuft als tiefe, senkrechte Furche, Fiss. perpendicularis ext., aussen über die Hemisphäre. Das ist namentlich häufig bei Idiotengehirnen der Fall. An fast allen Affengehirnen beginnt in der Fiss. par.-occ. (oder dicht hinter ihr, Ziehen und Kükenthal) eine breite Spalte, welche über den grösseren Theil der lateralen Hirnoberfläche herabzieht und in sehr auffallender Weise den Scheitellappen von dem Schläfenlappen trennt. Affenspalte.

In die Fissura parieto-occipitalis mündet in spitzem Winkel die Fissura calcarina. Diese Furche liegt in der medialen Wand des früher genannten Hinterhorns des Seitenventrikels. Die durch sie eingestülpte Hirnwand markirt sich als länglicher Wulst in dem Hinterhorne. Dieser Wulst wird als Calcar avis bezeichnet. Der dreieckige, von den beiden letztgenannten Furchen eingeschlossene Rindentheil heisst Cuneus. Suchen Sie sich jetzt die Spitze desselben auf, so finden Sie oben oder auch mehr in der Tiefe einige kleine Uebergangswindungen zum Ende des Gyrus fornicatus, der vorn an der Spitze des Keiles vorbeizieht. Behalten Sie diese ziemlich schmale Stelle, den Hilus des Gyrus fornicatus, im Auge; Sie sehen, dass derselbe sich von da als sich rasch wieder verbreiternde Windung bis zur Spitze des Schläfenlappens fortsetzt, wo er mit einer hakenförmigen Umbiegung, dem Uncus oder Gyrus uncinatus, endet.

So umfasst diese Windung also den ganzen Hemisphärenrand. In der That bezeichnet man sie als Randwindung, wo dann nur der frontale Abschnitt den Namen Gyrus fornicatus behielte, während dem caudal und ventral bleibenden Theile der Name Gyrus hippocampi gegeben ist. Von hinten mündet, wie Sie an der Figur gut sehen, noch ein kleiner länglicher Gyrus des Occipitallappens in den Gyrus Hippocampi; er heisst Gyrus lingualis (zungenförmige Windung).

Der Gyrus Hippocampi ist übrigens nur scheinbar die Fortsetzung des Gyrus fornicatus. Genauere Untersuchung, namentlich auch vergleichend anatomische Verhältnisse zwingen zur Annahme, dass er sich in die dünnen Längsstreifen auf der Balkenoberfläche fortsetzt. Fig. 147, wo an dem geschwärzten Gyrus dentatus diese wirkliche Fortsetzung deutlich ist.

Die Ammonswindung ist durch eine Furche ihrer äusseren Oberfläche, die Fissura Hippocampi, in den Hohlraum des Unterhorns vorgetrieben: der dadurch längs des ganzen Unterhornbodens entstehende Wulst führt seit Alters den Namen Cornu Ammonis oder Pes Hippocampi major.

Der Gyrus Hippocampi ist noch von Rinde überzogen, aber jenseits.

nach dem Unterhorne hin, hört die Rinde auf, und es liegt dicht am Ventrikel das weisse Mark bloss, nicht mehr grau überzogen, wie auf der ganzen Aussenseite des Gehirns. Dieses Mark, ein langer, dünner, weisser Streif, setzt sich direct nach oben in den Fornix fort; es heisst Fimbria.

Von der Schädelhöhe ist der Ventrikel an dieser Stelle nur durch eine dünne, Gefässe führende Membran, der Fortsetzung des ja überall an den Fornix grenzenden Plexus chorioides getrennt.

Dadurch, dass die Rinde des Gyrus Hippocampi, ehe sie überhaupt aufhört und das Markweiss frei lässt, noch durch jene Furche eingestülpt wird, entsteht ein eigenthümliches, etwas complicirtes Bild, wenn man sie quer durchschneidet. Ueber die Hirnoberfläche zieht die Rinde sonst continuirlich dahin, wie es auf Fig. 158a abgebildet ist, am Randwulste aber endigt sie, wie Fig. 158b es andeutet, nahe dem Ventrikel und lässt den weissen, etwas umgebogenen Saum (die Fimbria) frei. Die Einstülpung, welche sie erfährt, ehe sie dort endet, soll Fig. 158b zeigen. Zwischen Gyrus Hippocampi und dem freien Markrande der Hemisphäre (Fimbria — Fornix) liegt aber noch ein kleiner, bislang absichtlich

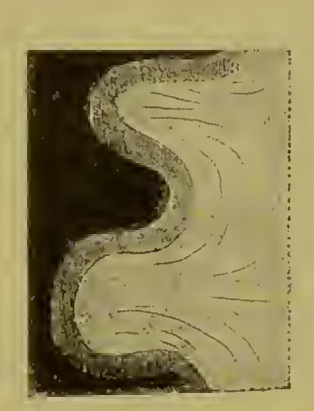


Fig. 158a.

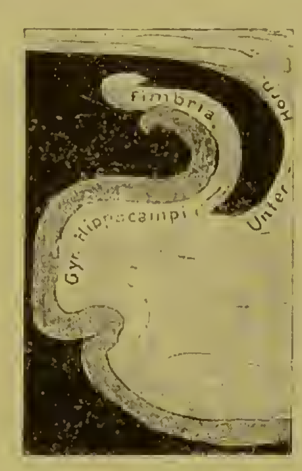


Fig. 158b.



Fig. 158c.

unerwähnter Windungszug, der vom Balkenende hinab zur Spitze des Schläfenlappens zieht und also ebenfalls in die Configuration des Ammonshornes eingeht. Auf dem vorhin demonstrirten Sagittalschnitte wollen Sie diese als Gyrus dentatus sive Fascia dentata bezeichnete dünne Windung aufsuchen, um sich deren Lage zu Fornix und Ammonswindung ganz klar zu machen. Sie legt sich, wie Sie dort sehen, gerade vor die durch die Furche gebildete Einrollung der Ammonsrinde, deren Querschnitt also nicht durch Fig. 158b, sondern richtiger durch Fig. 158c wiedergegeben wird.

Das Ammonshorn ist also die Vorstülpung, welche im Ventrikel dadurch entsteht, dass der Gyrus Hippocampi durch die gleichnamige Fissura eingebogen wird. Dadurch, dass die Gyrusrinde gerade an dieser Stelle endigt, dadurch, dass das Hemisphärenmark als Fimbria und der Gyrus dentatus über diese Einstülpung hin verlaufen, entsteht das complicirte Querschnittbild des Cornu Ammonis.

Die Lage der Ammonswindung zum Unterhorne des Seitenventrikels wird am leichtesten klar, wenn Sie ihre Querschnitte auf den grossen Hirnabschnitten verfolgen, welche Fig. 203, 214—216 gezeichnet sind.

Der Gyrus fornicatus und der Gyrus Hippocampi werden beim Embryo ziemlich früh angelegt. Es tritt nämlich dorsal vom Hemisphärenrande (Fornixbogen) bei allen Säugethieren eine Furche auf, die, dem Rande parallel, auch mit ihm in den Schläfenlappen hinabzieht, die Randfurche, Fissura limbica. Der

Windungszug, den sie zwischen sich und dem Fornix lässt, ist die Randwindung. In dem frontaleren Hirngebiete brechen zwischen dieser und dem Fornix die Balkenfasern durch; dort heisst sie Gyrus fornicatus, in der caudaleren grenzt aber die nun als Gyrus Hippocampi, Ammonswindung, bezeichnete Windung fast direct an den Fornix. Bei den meisten Säugethieren ist der Balken und mit ihm der Gyrus fornicatus sehr kurz.

Wenn Sie nun noch einmal sich die Oberfläche des Balkens betrachten wollen, so erblicken Sie auf diesem jederseits einen dünnen, grauen Längsstreifen (Fig. 148 *Lt.*). Das ist die atrophische Fortsetzung der Ammonsformation. Man bezeichnet sie als Stria longitudinalis Lancisi.

Am hinteren Ende des Balkens sieht man manchmal einen kurzen Windungszug in der Richtung nach dem Fornix sich erstrecken, mit dem er verschmilzt. Das ist der Gyrus callosus, der beim Menschen nur als sehr atrophisches, nicht einmal constantes Gebilde vorkommt.

Am frischen Gehirne wollen Sie an der Spitze des Schläfenlappens innen den Gyrus uncinatus aufsuchen und von da an den Gyrus Hippocampi nach oben verfolgen. Dann suchen Sie den leicht findbaren Bogen des Fornix über dem hinteren Theile des Thalamus und constatiren, wie er in die Fimbria übergeht, welche bis nahe an die Spitze des Cornu Ammonis als weisser Markstreif sichtbar ist. Schliesslich legen Sie einen Frontalschnitt an, der über die Lage der genannten Gebilde zum Unterhorn Aufschluss geben wird.

An der Basis des Gehirnes finden sich ausser der Fissura Hippocampi, die eigentlich der Innenseite angehört, nur noch wenige wichtige Furchen. An der Unterfläche der Stirnlappen liegen die Sulci orbitales und olfactorii. Die Windungen zwischen ihnen werden als Fortsetzungen der Stirnwindungen mit dem Namen der betreffenden an sie grenzenden Windung bezeichnet.

Die basale Stirnlappenrinde grenzt an das dem Riechapparate zugehörende Grau der Hirnbasis, das wir erst später zu besprechen haben. Zwei kleine von ihr aus sich dicht neben der Medianlinie dorsalwärts erstreckende Wülste, der Gyrus rectus und der hinter diesem liegende Gyrus subcallosus gehören vielleicht dem Riechapparate an. Jedenfalls entsteht der Gyrus subcallosus vornehmlich durch die Hervorwölbung, welche ein unter ihm daherziehendes Bündel erzeugt, das aus den Endstätten der Riechstrahlung hinauf über das Septum in den Fornix zieht. Es ist das jenes Bündel, welchem ich bei den niederen Vertebraten so grosse Bedeutung für die Deutung der medialen Hirnrinde glaubte beilegen zu müssen. Siehe Fig. 122 und 93 Tr. cortico-olfactorius septi.

Schläfenlappen und Hinterhauptlappen lassen sich an der Basis nicht von einander trennen. Längsgerichtete Furchen in geringer Zahl durchziehen das gemeinsame, im Wesentlichen im Temporallappen zugerechnete Gebiet. Die mittlere Temporalwindung reicht nur zu geringem Theil nach der Basis; was sichtbar ist, gehört fast ganz der unteren — dritten — Schläfenwindung an. Diese wird durch eine fast immer mehrgetheilte und ziemlich flache Furche, den Sulcus temporalis inferior, abgeschieden von einem langen, spindelförmigen Windungszuge, der, immer gut nachweisbar, als Gyrus fusiformis bezeichnet wird. Dieser Gyrus

grenzt ganz direct an den langen Gyrus Hippocampi. Geschieden wird er von ihm durch eine lange tiefe und schon sehr früh im Embryonalleben auftretende Spalte, die Fissura collateralis, welche über die ganze Unterfläche des Gehirnes vom Hinterhauptlappen bis zur Spitze des Schläfenlappens dahinzieht.

Man kann die Hirnfurchen besonders leicht dem Gedächtnisse einprägen, wenn man sie statt am reifen Gehirne einmal am werdenden

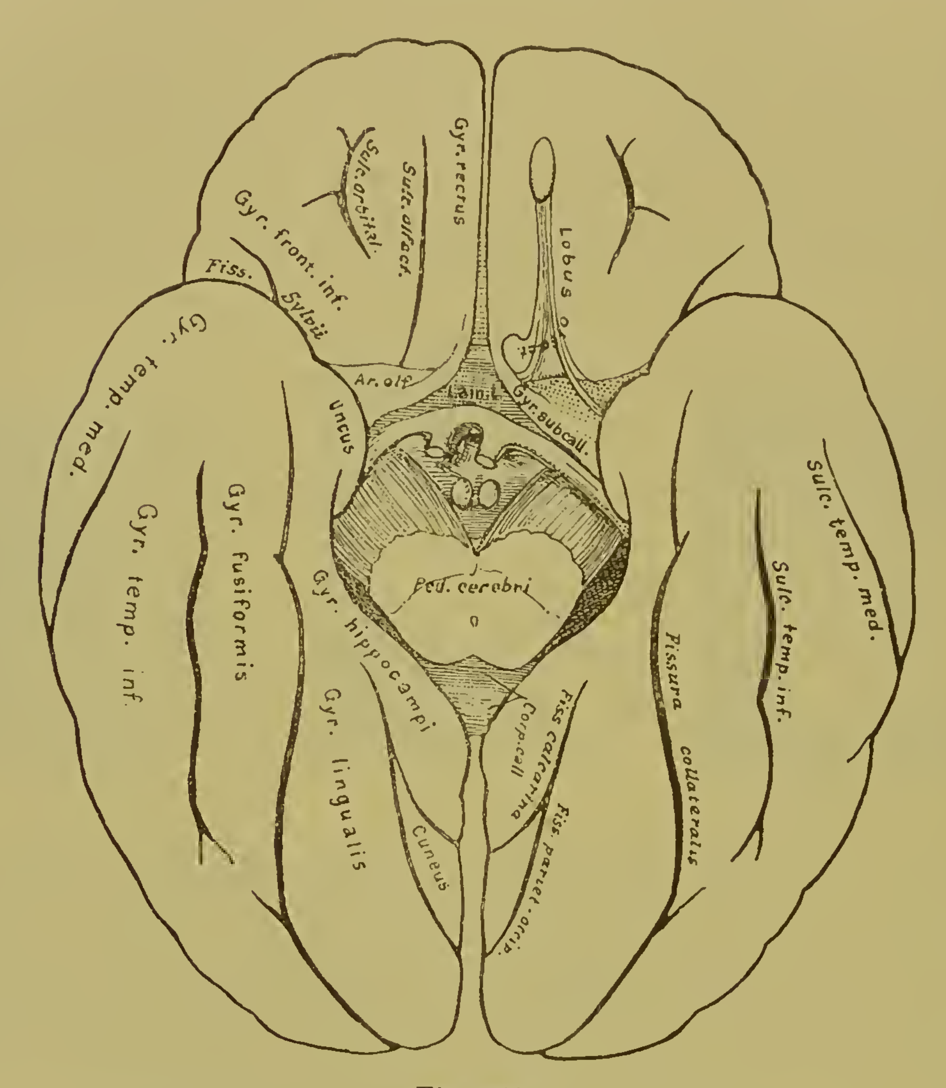


Fig. 159.
Die Windungen an der Hirnbasis (schematisirt). Das Chiasma zurückgeschlagen.

Organe studirt. Dabei ergeben sich noch als Nebengewinn einige morphologisch sehr interessante Dinge.

Betrachtet man das ganz frühe Gehirn, welches Fig. 24 abgebildet ist, so erkennt man, dass längs dem grösseren Theile des Innenrandes, an der Stelle, wo die Vorderhirnwand in die dünne nur aus Epithel bestehende Deckplatte übergeht, eine Furche läuft, deren beide Wände eben von jener Epithelplatte gebildet werden. Diese Furche hat His als Fissura chorioidea bezeichnet. Sie wird im späteren Leben von den hier

einwachsenden Gefässen ausgefüllt und ist dann, weil ihre Wände den Ueberzug des Plexus chorioideus bilden, nicht mehr nachweisbar.

Das Mantelgebiet dorsal von der Fissura chorioidea wird später zur Randwindung. Nach Angabe der früheren Autoren grenzt es sich schon sehr früh, beim Menschen im 2.—3. Monate durch seine Bogenfurche vom übrigen Hirnmantel ab, Hochstetter hat aber gezeigt, dass diese Furche am frischen Gehirne gar nicht vorhanden ist. Nur bei Kaninchenembryonen fand er in der That eine echte Fissura arcuata. Auch andere, meist radiär gestellte Furchen an der Innen- und Aussenseite embryonaler Gehirne, die man früher als „transitorische Furchen" bezeichnete, weil sie nicht in die dauernde Furchung übergehen, sind nach diesem Autor bei ganz frischen Embryonen nicht zu finden.



Fig. 160.
Grosse Narbe an der Aussenseite eines Grosshirnes, nach Ziegler. Alle Windungen convergiren nach dem Punkte, wo sich das Gehirn nicht ausdehnen konnte.

Gegen Ende des fünften Monates beginnt die Entwicklung der Furchen, welche wir vorhin vom reifen Gehirne kennen gelernt haben. Die Sylvische Grube, deren Entstehen früher dargelegt wurde, wird enger, die Hirnwand um sie herum wächst und hängt bald von allen Seiten über sie hinab. Die Insel fängt an in der Tiefe zu verschwinden, die Ränder der Grube nähern sich mehr und mehr, und gegen Ende des Fötallebens berühren sie sich; die Fissura

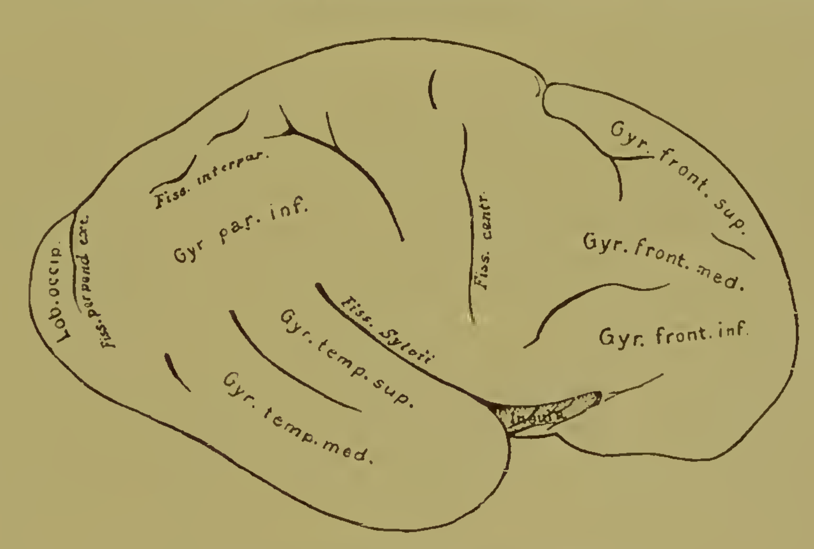


Fig. 161.
Gehirn aus dem Ende des siebenten Monates.

Sylvii mit ihren Aesten vermittelt allein noch den Zugang in die einstmals breit offene Grube über der Insula Reilii.

Schon am Ende des fünften Monates ist dorsal von ihr die Anlage der Centralfurche aufgetreten.

Allmählich, im Laufe des sechsten und siebenten Monates gesellen sich nun zu diesen wenigen Furchen alle anderen. Aber sie sind noch so wenig verzweigt, noch so einfach angelegt, dass ein Blick auf das

Fötalgehirn vom Ausgange des siebenten Monates, welches ich hier vorlege, genügt, um mit einem Male die wichtigsten Theile der Hirnfurchung zu übersehen. Es ist wie ein Schema der Hirnfurchen, was hier vor uns liegt. Die Centralwindungen vor und hinter der Centralfurche, die drei Stirnwindungen, noch recht unvollkommen von einander getrennt, der obere und der untere Theil des Scheitellappens, zwischen denen die drei Componenten der Fissura interparietalis sichtbar sind, und schliesslich der dreigetheilte Schläfenlappen, das Alles springt hervor und ermöglicht Ihnen — einmal gut begriffen — sehr leicht ein Zurechtfinden später am reifen Gehirne.

Das hohe Interesse, welches man der Ausbildung der Hirnfurchen schenkt, ist aber nicht durch das rein Morphologische bedingt. Seit man überhaupt das Gehirn wissenschaftlich studirt, hat man die Frage zu beantworten gesucht, ob etwa in der Ausdehnung der Grosshirnoberfläche sich die geistige Bedeutung ihres Trägers irgendwie wiederspiegele. Gall schon glaubte sich berechtigt, den Satz aufzustellen, dass geistig besonders hochstehende Menschen ein grösseres und windungsreicheres Grosshirn hätten als andere, und dass vorwiegend die Stirnlappen bei den ersteren besser entwickelt seien.

Hier handelte es sich aber mehr um einen allgemeinen Eindruck als um das Ergebniss exact messender und vergleichender Beobachtung. Wirklich ernste Studien in dieser Richtung datiren erst von dem Tage an, wo Rudolf Wagner 1860 der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften den Bericht über die Untersuchungen vorlegte, welche er an dem Gehirne des berühmten Mathematikers Gauss und an einigen anderen Gehirnen von Gelehrten und Denkern angestellt hatte. Seitdem sind wir in den Besitz einer sehr grossen Anzahl von Windungsschilderungen gekommen.

Es giebt kaum eine Furche, kaum eine Windung, die nicht schon eine eigene kleine Literatur aufzuweisen hätte. Von allen sind die typischen Verlaufsverhältnisse und eine gewisse Anzahl von Variationsmöglichkeiten gut bekannt. Wir besitzen Schilderungen der Hirnoberfläche nicht nur von Europäern, sondern auch von Angehörigen vieler fremder Völker; die anthropoiden Affen sind zum Gegenstande sehr zahlreicher Arbeiten gemacht, und auch den anderen Affen ist ein sehr eifriges Studium von vielen Seiten gewidmet worden. Wir kennen für den Menschen und für viele Affen auch die Entwicklung der Windungen nun ganz genau. Bei diesen Studien hat sich herausgestellt (Cunningham), dass keineswegs bei allen Individuen die embryonalen Furchen und Windungen gleichzeitig auftreten oder auch nur gleiche Configuration haben, wenn sie einmal deutlich vorhanden sind. Diese Thatsache ist desshalb sehr wichtig, weil sie den Beweis enthält, dass die Hirnrinde, der Träger der höheren Seelenthätigkeit, schon in der Anlage für verschiedene Individuen verschieden ausgedehnt ist.

Wenn ich Ihnen nun bei der Schilderung der Hirnwindungen des erwachsenen Menschen gar keine Mittheilung von allen diesen zahlreichen Untersuchungen gemacht habe, welche uns die Variationen kennen lehrten, denen die einzelnen Windungen unterworfen sind, so geschah es, weil diese Dinge einstweilen einfach nur zu registriren und noch in keinerlei Zusammenhang mit der Ausbildung der einzelnen seelischen Facultäten zu bringen sind. Denn es fehlt noch ganz an Hirnuntersuchungen, welche gleichzeitig mit der Windungsausbildung das gesammte geistige Wesen eines einzelnen Individuums berücksichtigen. Selbst jetzt, wo zahlreiche fleissige Arbeiten endlich eine gewisse Uebersicht geschaffen haben, wird man an derlei noch kaum herangehen können. Aber man wird jetzt schon versuchen müssen, für die bekannt localisirbaren Fähigkeiten die entsprechende

Rindenentwicklung zu untersuchen. Es wird dann hoffentlich einmal die Zeit kommen, wo man Windungen nicht mehr einfach als solche, sondern nur in Zusammenhang mit den Fragen, welche ihre Entwicklung jedesmal im Einzelfalle aufwerfen lässt, beschreibt. Von den Trägern fast aller bisher beschriebenen und abgebildeten Gehirne wissen wir gar nichts. So scheint mir ein sehr grosser Theil des angesammelten Materials zunächst und wohl auch später als völlig unverwerthbar für die Frage, von der man ausging, für das Aufdecken von Beziehungen zwischen der Hirnform und der geistigen Stellung des Trägers.

Nun hat man zwar auch versucht, durch Wägung die Frage zu entscheiden, ob der grösseren Intelligenz etwa ein grösseres Gehirn entspräche. Tausende und Abertausende solcher Wägungen sind gemacht worden, aber auch das grosse Material, welches hier gewonnen worden ist, birgt nur sehr geringen Werth in sich. Zunächst ist in vielen Fällen schon die Körpergrösse unberücksichtigt geblieben. Diese aber nimmt nach ganz anderen Verhältnissen zu als das Gehirn; immerhin besteht doch zwischen beiden Grössen ein gewisser Zusammenhang. Dann aber, und das scheint mir als das Wichtigste, ist die Ausbildung des Grosshirnes als Ganzes gar nicht zu einem Maasse der Gesammtintelligenz brauchbar. Es ist ein Gewinn erst des letzten Jahrzehntes, dass wir gelernt haben, dass verschiedene Gehirne ganz verschiedene Entwicklung ihrer Einzelterritorien haben können. Noch aber können wir diese Rinden erritorien nicht so von einander abscheiden, dass man sie morphologisch oder wägend vergleichen könnte. Das Hirngewicht schwankt für die Mehrzahl der Männer zwischen 1300 und 1450 Gramm, für Frauen ist es um ein weniges geringer. Nun kommen ungewöhnlich schwere Gehirne gelegentlich bei geistig nicht besonders hoch Entwickelten vor, und umgekehrt hat man bei Menschen, die sehr hervorragend waren, relativ niedere Gewichte gefunden. Wir aber sind gewöhnt, die geistige Bedeutung eines Menschen nicht nach ihrer Gesammtheit, die ja fast nie prüfbar ist, sondern zumeist nach irgend besonders hervorragenden Eigenschaften zu messen, welche dem Individuum Ansehen, Stellung u. s. w. gaben. Solche Eigenschaften können sehr wohl auf besondere Zunahme eines einzelnen Rindengebietes zurückführbar sein, ohne dass dies gerade in dem Gesammthabitus der Windungen oder in der Wägung sich ausdrückt. Es könnte Jemand mit enormem Sehgedächtnisse, Sehphantasie u. s. w. versehen und mit aller geistigen Begabung, die den grossen Maler kennzeichnet, eine geradezu einzige Stellung einnehmen, und doch würde die Vergrösserung des Occipitallappens, oder nehmen wir einen Musiker, wo wahrscheinlich der Schläfenlappen in Betracht käme, des Schläfenlappens also, bei einer Wägung dann keine wesentliche Abweichung vom Durchschnittsgewichte erzeugen, wenn etwa andere Centren auch nur um ein Geringes weniger entwickelt wären. Ein grosser Redner, ein energischer Mann und ein genialer Führer muss nicht geradezu ein grösseres Gehirn besitzen. Jene Eigenschaften können sehr wohl auf ganz kleine locale Vergrösserungen einzelner Rindenfelder basirt sein. Gambetta's Gehirn z. B., von dem wir die Sprachgegend schon als ungewöhnlich entwickelt bezeichnen konnten, s. o., wog kaum mehr als der Durchschnitt kleinerer Gehirne. An dem Helmholtz'schen Gehirne, das Hansemann und ich, unabhängig von einander untersucht haben, findet sich die Gegend des Praecuneus, aber, worauf auch Flechsig hinwies, die Gegend um den Gyrus angularis herum ungewöhnlich windungsreich. Die letztere entspricht dem caudalen Ende der Hörsphäre, über die Bedeutung des Präcuneus fehlen ausreichende pathologisch anatomisch gewonnene Erfahrungen. Anatomisch gehört er — Flechsig — zu den Hirntheilen mit vorwiegend ausgebildetem Associationsapparat.

Wir wissen noch sehr wenig über die Rindenfelder, dass man im Allgemeinen heute kaum mehr sagen kann, als dass häufig gerade besondere Entwicklung der Stirnlappen mit hohen geistigen Eigenschaften einhergeht, und dass bei abnorm

kleinen Stirnlappen verhältnissmässig häufig unzureichende Begabung, ja Idiotie gefunden wird. Was noch völlig fehlt und heute auch noch gar nicht realisirbar ist, das ist eine Wägung getrennter Rindenterritorien. Sie werden es bei diesem Stande der Dinge begreiflich finden, wenn ich Ihnen von den Gewichtsverhältnissen des Centralnervensystemes heute nicht Näheres mittheile.

Meinem † Freunde Perls ist zuerst aufgefallen, dass eine verhältnissmässig grosse Anzahl geistig bedeutender Menschen nach dem Gesichtstypus den Eindruck machen, als wäre bei ihnen in früher Jugend ein Hydrocephalus abgeheilt. Er äusserte die Vermuthung, dass, wenn ein mässiger Hydrocephalus in Rückbildung übergehe, dem Gehirnwachsthum durch den einmal erweiterten Schädel ein verhältnissmässig geringerer Widerstand entstehen werde. Ich habe diese mündliche Anregung später verfolgt und in einer nicht ganz kleinen Anzahl von Fällen Belege für ihre Richtigkeit gefunden. Beispielsweise zeigte Rubinstein's gewaltiger Schädel bei der Section nach Zeitungsberichten ganz deutliche Zeichen alter Rachitis, und von Cuvier wissen wir sogar, dass er, der ein ungewöhnlich schweres Gehirn hatte, in der Jugend hydrocephalisch gewesen war. Ebenso war Helmholtz in seiner Jugend leicht hydrocephalisch.

Wer ein gutes Portraitwerk durchstudirt, dem werden, wenn er mit mir der Perls'schen Anregung folgen will, zahlreiche Stirnen von offenbar hydrocephalischem Habitus gerade bei geistig besonders bedeutenden Menschen begegnen. Natürlich sind nicht alle geistig hochstehenden Menschen abgeheilte Hydrocephalen, so wenig wie jeder abheilende Hydrocephalus bessere Entwicklung des Gehirnes zur Folge haben muss.

Sechzehnte Vorlesung.

Vom Gehirne der Säugethiere.

M. H! In den ersten Vorlesungen konnten die Verhältnisse des Säugervorderhirnes nur ganz allgemein besprochen werden. Heute, wo Sie mit dem Aufbaue des Gehirnes beim Menschen besser bekannt sind, wird es sich lohnen, einmal einen Blick auf die übrigen Säugergehirne zu werfen. Vieles von dem, was wir über die Faserung u. s. w. wissen, ist ja nicht am Menschen, sondern durch Studium von Thiergehirnen gewonnen worden, und gar Manches, das am menschlichen Gehirne kaum verständlich erscheint, tritt uns am Thiergehirne in viel besserer Ausbildung entgegen.

Wenn wir die enormen Unterschiede wohl verstehen wollen, die in der Ausbildung des Vorderhirnmantels bei den verschiedenen Säugern sich finden, so müssen wir auf einen Umstand Rücksicht nehmen, dessen bisher noch nicht ausführlich gedacht ist. Der Hirnmantel ist nicht ein functionell einheitliches Organ. Er setzt sich vielmehr zusammen aus einer ganzen Anzahl verschiedener Theile — Centren hat man sie genannt — und zahlreiche physiologische Versuche haben gelehrt, dass Bewegungen, die erlernt werden müssen, und wohl die meisten seelischen Combinationen, durch die Existenz solcher Centren erst möglich werden.

Die einleitenden Vorlesungen haben Sie nun darüber orientirt, dass die eigentlichen motorischen und sensiblen Centren der peripheren Nerven

tief unten, vom Rückenmarke bis zum Mittelhirne, sitzen, und dass diese, auch wenn das Vorderhirn fehlt, durch reichlich vorhandene, früh schon vorgebildete Verknüpfungsreihen zu zweckmässiger Thätigkeit an sich schon ausreichend sind.

Die Experimentalphysiologie aber zeigt, dass viele der tiefen Centren mit höher oben in der Rinde gelegenen derart verbunden sind, dass Reizung der letzteren Bewegung auslöst. Darüber schwebt namentlich der Streit, von welcher Natur und Wichtigkeit der Einfluss der höheren auf die tieferen Centren sei. Desshalb bemüht man sich, möglichst genau die Erscheinungen zu studiren, welche nach Wegnahme von Rindenpartien auftreten. Zweifellos ist die Dignität der Hirnrinde bei verschiedenen Thieren eine verschiedene. Während Wegnahme des ganzen Grosshirnes bei niederen Thieren die Fähigkeit, gröbere Bewegungen mit guter Kraft auszuführen, nicht aufhebt, treten bei Säugethieren nach Zerstörung circumscripter Partien der motorischen Zone rasch vorübergehende Lähmungen auf, und beim Menschen führt gar die Erkrankung auch relativ kleiner Theile der Rinde oft zu dauernden Lähmungen. Offenbar können alle motorischen und viele sensorisch-psychische Functionen von tiefer liegenden Hirntheilen ausgeführt werden. Je höher man aber in der Thierreihe aufsteigt, um so mehr wird bei der Gehirnthätigkeit die Rinde mit in Anspruch genommen, um so mehr spielt das Bewusstsein mit. Der Mensch hat in dieser Beziehung eine Stufe erreicht, auf der viele der betreffenden Functionen gar nicht mehr ohne Theilnahme der Rinde ausgeführt werden können. Bei den Säugethieren werden alle möglichen Uebergangsstadien beobachtet. So erklärt es sich, dass zwar bei den letzteren durch Reizung der Rinde die einzelnen Muskeln u. s. w. beeinflusst werden können, dass die betreffenden Rindenpartien aber für die betreffenden Bewegungen noch nicht unentbehrlich sind. Beim Menschen ist der grössere Theil der Vorderhirnoberfläche unentbehrlich geworden.

Morphologisch verrät sich dies Verhältniss durch ganz verschiedene Entwicklung der einzelnen Theile des Hirnmantels. Noch sind wir erst für wenige Thiere in der Lage, die wesentlichen Theile des Mantels von einander zu scheiden, doch erkennen wir schon, dass in der Säugethierreihe die Ausbildung der Rinde noch in fortwährendem Flusse ist. Es existiren da die allergrössten Verschiedenheiten und die wechselndsten Grössenverhältnisse. Aber für einige derselben kann doch schon heute die Werthigkeit gezeigt werden, welche sie im Gesammtplane einnehmen. Schon eine oberflächliche Betrachtung der Säugergehirne lehrt, dass namentlich ein Centrum, das Riechcentrum, sehr wechselnde Grössenverhältnisse zeigt, so bedeutende, dass manchmal das ganze übrige Mantelgebiet nur ein kleines Anhängsel des Riechlappens zu sein scheint.

Sie erinnern sich aus der zwölften Vorlesung, dass das Riechhirn derjenige Theil der Rinde ist, welcher in der Thierreihe zuerst in Erscheinung tritt, und dass sich diesem erst später andere Rindengebiete zugesellen. In vielen niederen Säugern kennen wir Thiere, die von dem nicht zum Riechapparate gehörigen Mantelgebiete nur erst relativ kleine Theile besitzen. Hier nimmt der Riechlappen, und was sonst zu dem Riechapparate der Rinde gehört, oft fast die Hälfte der ganzen Vorderhirnmasse ein.

Was wir über die Lebensweise solcher „Riechthiere“ wissen, stimmt gut mit dem überein, was ihr Hirnbau lehrt. So verbringt z. B. das kleine Gürtelthier, dessen Gehirn ich hier abbilde, seine ganze Existenz im Gemülm und unter dem Laube der tiefdunkeln Urwälder dahinkriechend. Für die Auswahl seiner Nahrung, für das Finden derselben, wird ihm kein Sinnesapparat so wichtig sein, wie der Geruch. Die gleichmässigen kleinen Bewegungen des plumpen Körpers werden viel weniger erlernter und überlegter Handlungen bedürfen, als etwa die Greifhand eines Affen. Bei dem letzteren werden wir desshalb viel grössere Entwicklung der eigentlich psychischen Centren für die Oberextremitäten erwarten dürfen, als bei dem kleinen wühlend lebenden Wesen. Das trifft in der That zu. Ja noch mehr, man kann heute schon gelegentlich aus der Entwicklung einer bestimmten Rindengegend auf eine seelische Leistungsfähigkeit in besonderer Richtung schliessen. Der Elephant z. B. besitzt in der Rindengegend, wo bei höheren Säugern das Facialisgebiet localisirt ist, ein besonders grosses Rindenfeld, welches dem Nashorn und dem Tapir völlig fehlt. Wüssten wir gar nichts von der wunderbaren Fähigkeit des Thieres, seinen Rüssel zu den mannigfachsten Vorrichtungen einzuüben, so dürften wir doch aus dem Vorhandensein des erwähnten Feldes im Antlitzgebiete vermuthen, dass von hier aus Muskeln innervirt werden, die ganz besonderer Einübung fähig sind.



Fig. 162.

Gehirn eines Gürtelthieres. Dasypus villosus, von der Seite gesehen. Der Riechapparat schattirt.

Alle Untersuchungen über den Hirnmantel drängen zu der Annahme, dass er aus Einzelfeldern zusammengesetzt ist, welche an relativer Grösse wechseln können. Ein Theil dieser Centren steht in Beziehung zu motorischen und sensorischen Processen, ein anderer, bisher nur beim Menschen studirter, enthält nach Flechsig Associationsgebiete, die durch ihren Bau wohl geeignet sind, zahllose Verbindungen in sich und mit anderen Centren einzugehen. Es ist nach Flechsig wahrscheinlich, dass auf der hohen Ausbildung der „Associationscentren“, das geistige Uebergewicht der Primaten beruhe. Die Associationscentren sollen später ihr Mark erhalten als die Rindenfelder, welche wesentlich motorischen und Sinnesempfindungen dienen. Diese letzteren sind, wie wir wissen, durch Stabkranzfasern mit den tieferen Centren verbunden. Den Associationscentren fehlten nun, meint Flechsig, im Wesentlichen solche Stabkranzfasern. Diese Angaben sind ihrer Wichtigkeit entsprechend bald von vielen Seiten nachgeprüft worden. Dabei hat sich gezeigt, dass eigentlich alle Theile des Hirnmantels Stabkranzfasern aussenden, dass also reine Associationscentren nicht existiren. Es scheint aber in der That, dass bestimmte Rindengebiete, der Stirnlappen z. B. an Stabkranzfasern ärmer, an inneren Associationsbahnen reicher sind als andere.

Im Ganzen nimmt der Hirnmantel in der That so zu, dass man wohl bei den intelligenteren Thieren einen grösseren Mantel findet, als bei den geistig besonders einseitigen und tief stehenden, und es wird Sache fortgesetzter Untersuchungen sein, nachzuweisen, wie die Einzelbestandtheile wachsen. In dieser Fragestellung liegt auch das Interesse begründet,

das die Untersuchungen über die vergleichende Anatomie der Hirnwindungen wirklich haben, viel mehr als im rein Morphologischen.

Ganz allmählich nimmt dann der Mantel in der Thierreihe aufsteigend an Umfang zu. In der Klasse der Primaten hat er bei den Affen eine Ausdehnung erlangt, welche nahe an die Verhältnisse beim Menschen grenzt. Aber noch unterscheidet ihn, ausser unwesentlicheren Verhältnissen, ein wichtiges Moment von der beim Menschen erreichten Stufe. Der Stirnlappen, der bei den niederen Affen noch sehr klein ist, erreicht bei den höheren schon eine grosse Ausdehnung, bleibt aber immer noch sehr zurück gegen den Stirnlappen des Menschen. Ja beim Menschen ist dieser Entwicklungsgang noch keineswegs abgeschlossen. Es finden sich gerade im Stirnlappengebiete noch Differenzen, welche auf die Möglichkeit einer weiteren Vervollkommnung schliessen lassen. Ganz besonders kommt hier das ventrale Gebiet in Betracht, welches, die Sprachcentren enthaltend, sehr wesentliche Verschiedenheiten in der Ausbildung zeigt.

Wo ein kleiner Mantel vorhanden ist, kann natürlich auch die von ihm ausgehende Faserung nur gering sein. In der That ist die Strahlung aus der Rinde bei vielen kleineren Säugern so gering, dass ein eigentliches Centrum semiovale gar nicht zu Stande kommt, dass vielmehr die ganze Faserung sich auf einen relativ dünnen Belag unter der Rinde beschränkt, der dann dicht an den Ventrikel angrenzt und von den Endfäden seines Epithels durchzogen wird.

Meistens ist der Riechapparat sehr viel kräftiger ausgebildet, als wir ihn vom Menschen kennen, aber er kann auch, so bei den im Wasser lebenden Säugern, ganz enorm atrophiren, soweit zurückgehen, dass er fast verschwindet. Danach hat man die Säuger eingetheilt in osmatische und anosmatische. Die Untersuchung einer sehr grossen Reihe von Thiergehirnen lehrt, dass sich Riechapparat und Pallium ganz unabhängig von einander phylogenetisch entwickeln, dass der eine atrophiren, das andere einen höheren Ausbildungsgrad erreichen kann und umgekehrt. Die erhöhte Ausbildung des Riechapparates zeigt sich nicht nur in der kräftigeren Entwicklung der Riechlappen und der Riechgebiete des Mantels, sondern auch durch eine ganz besonders starke Entwicklung bestimmter, zu diesem Apparate gehöriger Zellgruppen und Fasern in den übrigen Theilen des Gehirnes an.

Wir werden desshalb zunächst den **Riechapparat** als Ganzes betrachten. Beim Menschen nur in relativ atrophischen Resten vorhanden, kann er an vielen Säugern leichter studirt werden.

Ich lege Ihnen hier die Abbildung der Basis eines Kalbsgehirnes und eine solche vom Gürtelthiere vor. Sie sehen, dass ein mächtiger Lappen hier liegt, der vorn von einer Anschwellung kappenartig bedeckt ist und hinten ziemlich direct in die Ammonswindung übergeht. Das ist das **Riechhirn**. Bei dem Dasypus, aber auch bei dem Hunde, dem Kaninchen und bei vielen anderen Säugern ist es noch viel mächtiger, als bei dem abgebildeten Kalbe. Es nimmt dann immer ziemlich die ganze Hirnbasis

ein. Dies ist der gleiche Hirntheil, der bei den Reptilien zunächst als einziges Gebiet des Mantels aufgetreten ist. S. Vorl. 12.



Fig. 163.
Gehirn von Dasypus villosus. Basalansicht.

In den vorderen Theil treten, hier zottig abgeschnitten, die Fila olfactoria ein. Sie treffen zunächst auf den Bulbus olfactorius. Dieser sitzt dem Lobus olfactorius anterior auf, dem frontalen Abschnitte des ganzen Apparates. Der Lobus olfactorius anterior geht dann in den Lobus olfactorius posterior über, der bei dem Dasypus besonders schön abgegrenzt ist. In der Fig. 164 ist er als Spatium olfactorium, Riechfeld, Espace quadrilatère Broca bezeichnet.

An diesen ganzen Apparat schliesst sich caudal das Rindenfeld des Riechapparates an, welches wegen seiner Figur als Lobus pyriformis bezeichnet worden ist. Dieser birn-

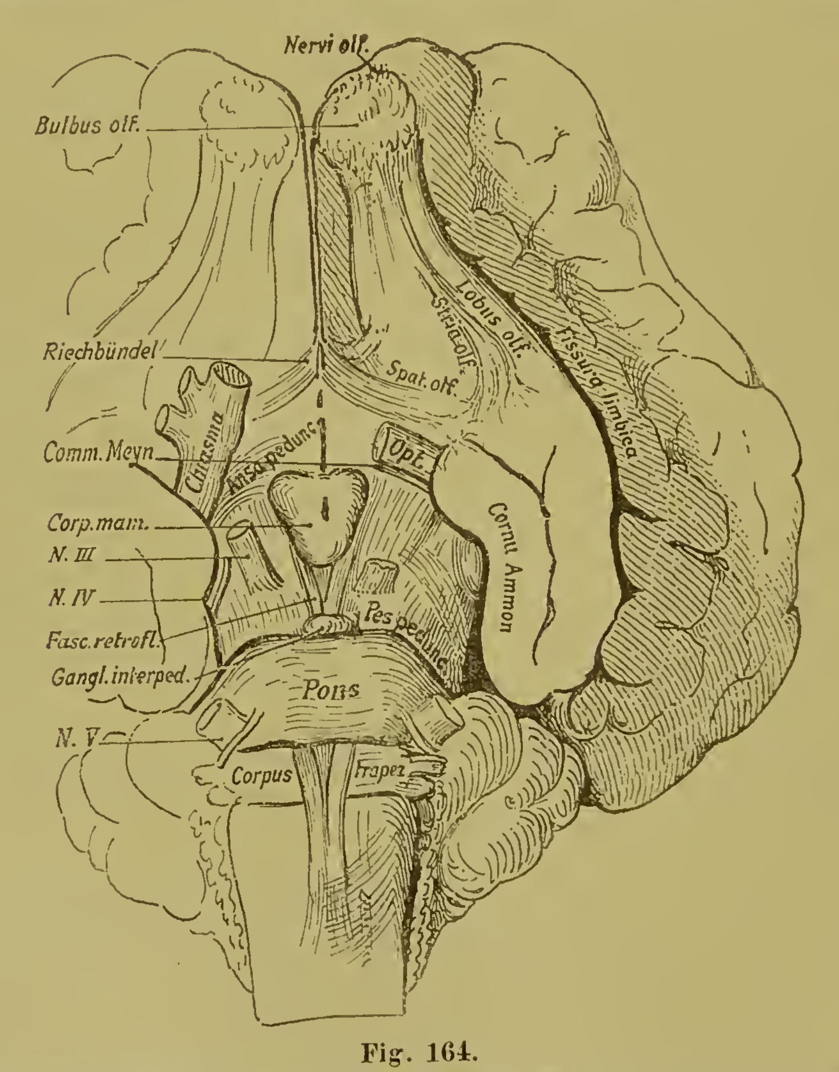


Fig. 164.
Basis des Gehirnes vom Kalbe. Der Ventrikel absichtlich von unten her eröffnet, um seine Recessus — R. opticus, infundibuli, mamillaris — zu zeigen.

förmige Lappen geht medial ganz direct in das Gebiet der Ammonswindung über.

Die lange Fissura limbica trennt das Riechhirn vom übrigen Pallium.

Die Riechnervenfasern tauchen in den Bulbus ein. Ein Schnitt durch denselben zeigt deutliche Schichtung verschiedener Gewebsarten. Zu äusserst liegen natürlich die Riechnervenfäserchen, dann folgt eine grauweisse Zone, in der zahlreiche kleine Kügelchen, Glomeruli olfactorii, schon mit blossem Auge sichtbar sind, Glomerulusschicht. Nach innen von dieser liegt die graue Ganglienzellenschicht, die dann allmählich durch eine „Körnerzone“ in das Riechmark übergeht. In den Bulbus hinein erstreckt sich eine feine Ausbauchung des Seitenventrikels. Ihr Epithel grenzt unmittelbar an die Schicht der markhaltigen Fasern.

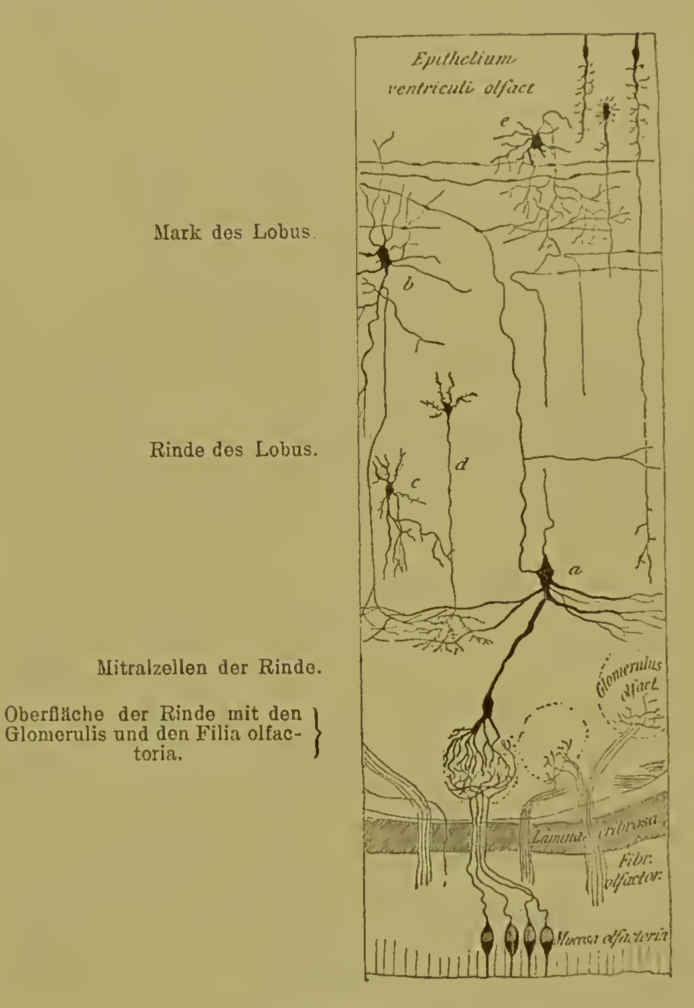


Fig. 165.

Schnitt durch die Riechschleimhaut, das Siebbein und den Bulbus olfactorius. Die Combinirung ist schematisch, die Lage der einzelnen Elemente, namentlich auch ihre Verzweigung und Form, nach Präparaten.

Untersuchungen von Golgi, S. und P. Ramon y Cajal, ferner solche von Gehuchten und Kölliker haben uns die Elemente dieser Schichten und den sehr interessanten Zusammenhang einiger dieser Elemente mit den Riechnervenfasern kennen gelehrt.

Die Fasern des Riechnerven sind nichts Anderes, als die centralwärts gerichteten Endausläufer der Sinneszellen der Riechschleimheit. Darauf ist ja bei der Darstellung der Entwicklungsgeschichte schon hingewiesen worden.

Nachdem diese Fasern die Siebbeinplatte passirt haben, gehen sie, an der ventralen Bulbusfläche angelangt, mehrfache Ueberkreuzungen ein und senken sich dann in die Hirnsubstanz. Dort zerfällt alsbald jeder Axencylinder zu einem feinen Endbäumchen. Diese Aufzweigung trifft auf die dicken Aeste eines ebenfalls aufgezweigten Dendritenfortsatzes, und beide Faserarten, die sich innig an-

einander legen, bilden zusammen einen rundlichen Complex, eben den Glomerulus olfactorius. Der Dendritenfortsatz stammt von einer Ganglienzelle ab, welche reichliche derartige Ausläufer entsendet. Nur einer tritt immer in die geschilderte Beziehung zu den Riechnervenfasern. Jede dieser Hirnzellen steht mit einer ganzen Anzahl von Olfactoriusfasern in Verbindung. Solche Zellen, mannigfach geformt, von wechselnder Grösse, liegen in grossen Mengen in der grauen Schicht unter den Glomerulis. Sie senden ihren Stammfortsatz centralwärts, und man kann ihn bis in das Lager der Markfasern verfolgen. Auf dem Wege giebt er zuweilen Collateralen ab. Hier nun haben Sie einmal ein gutes Beispiel für das in der Vorlesung über die Gewebszusammensetzung der Centralorgane Gesagte. Sie sehen die primäre und die secundäre Olfactoriusbahn direct vor sich und erkennen, dass die Verbindung hergestellt wird durch Aufsplitterung des Stammfortsatzes der primären Bahn und Anlegen an die Dendritenfortsätze aus der secundären Bahn.

Es wurden in der Rinde des Riechkolbens noch eine Anzahl anderer Elemente gefunden, deren nervöse Natur noch nicht über allem Zweifel ist. Zwischen den erwähnten Zellen und der Markfaserschicht, zum Theile auch innerhalb derselben, liegen die bisher als „Körner“ bezeichneten Zellen, von denen ich in *a*, *b*, *c* drei verschiedene Typen in das beistehende Bild eingezeichnet habe. Ausserdem kommen an allen Stellen Zellen *e* mit sehr weit verzweigtem Axencylinder vor.

Das Faserwerk, welches alle diese Elemente bilden, wird dadurch natürlich noch sehr viel complicirter, dass auch die Neurogliazellen überall zwischendurch liegen und dass die Ausläufer der Ventrikelepithelien weithin in die Substanz des Bulbus olfactorius hineinreichen. Die Abbildung, welche hier wesentlich aus Zeichnungen van Gehuchten's combinirt ist, wurde möglichst einfach und übersichtlich gehalten. Sie müssten sich das Alles sehr viel dichter, reicher an Fasern und Zellen vorstellen.

Die ganze Formation des Bulbus lässt sich unschwer auf den gewöhnlichen Rindentypus zurückführen. Wollen Sie Fig. 165 einmal umkehren und mit Fig. 176 vergleichen, dann springt das sofort in die Augen. Der Text links von Fig. 165 soll den Vergleich erleichtern. Die ganze Bulbusformation ist da als Lobusrinde bezeichnet.

Die graue Masse des Bulbus sendet rückwärts die centralen secundären und tertiären Bahnen des Riechapparates. Zunächst gelangt immer eine solche auf die Oberfläche des Lobus, wo sie, bald in mehr, bald in weniger Strahlen gespalten, rückwärts zieht. Dabei senken sich aus dieser lateralen Riechstrahlung fortwährend Fäserchen in die Tiefe der Lobusrinde. Doch erschöpft sich die Bahn dabei nicht, es gelangen vielmehr ihre Fasern, über das Riechfeld wegziehend, weiter hinten bis in die Region des Mantelkernes. Alle diese Fasern haben starkes Kaliber und sind seit langem als Riechnervenwurzeln bekannt.

Bei der Beschreibung des niederen Vertebratengehirnes haben wir sie näher verfolgt und constatiren können, dass ein Theil allerdings sich in die Rinde der Riechlappen einsenkt, ganz wie wir es eben bei den Säugern sahen, dass aber neben diesen Tractus bulbo-corticales noch ein Faserzug vorkommt, welcher, gleichen Verlaufes, sich bald abtrennt und im Epistriatum endet. Dieses Epistriatum ist noch nicht bei den Säugern gefunden, weil es eben erst gesucht werden kann, seit man seine bei niederen Gehirnen so deutliche Existenz kennt, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass wir in denjenigen Faserzügen, welche in das caudalere Gebiet, in den Lobus pyriformis und in die Gegend des Mantelkernes gelangen, gute Wegweiser zu jenem noch unentdeckten Hirntheile besitzen.

Von den Riechstrahlungen aus dem Bulbus muss man das unterscheiden, was bisher ihnen gleichberechtigt galt und als mediale Riechnervenwurzel bezeichnet wurde. Es entwickeln sich nämlich aus dem Marke des Bulbus zahlreiche feinere Nervenfasern, die unter der Rinde weg in das Mark des Lobus ziehen. In ihm mischen sie sich den Markfasern des Lobus in einer heute noch nicht trennbaren Weise bei. Am hinteren Lobusende, dicht vor dem Riechfelde aber verlässt ein Faserzug, der in ihrer Fortsetzung liegt, den Lobus und zieht unter der dünnen

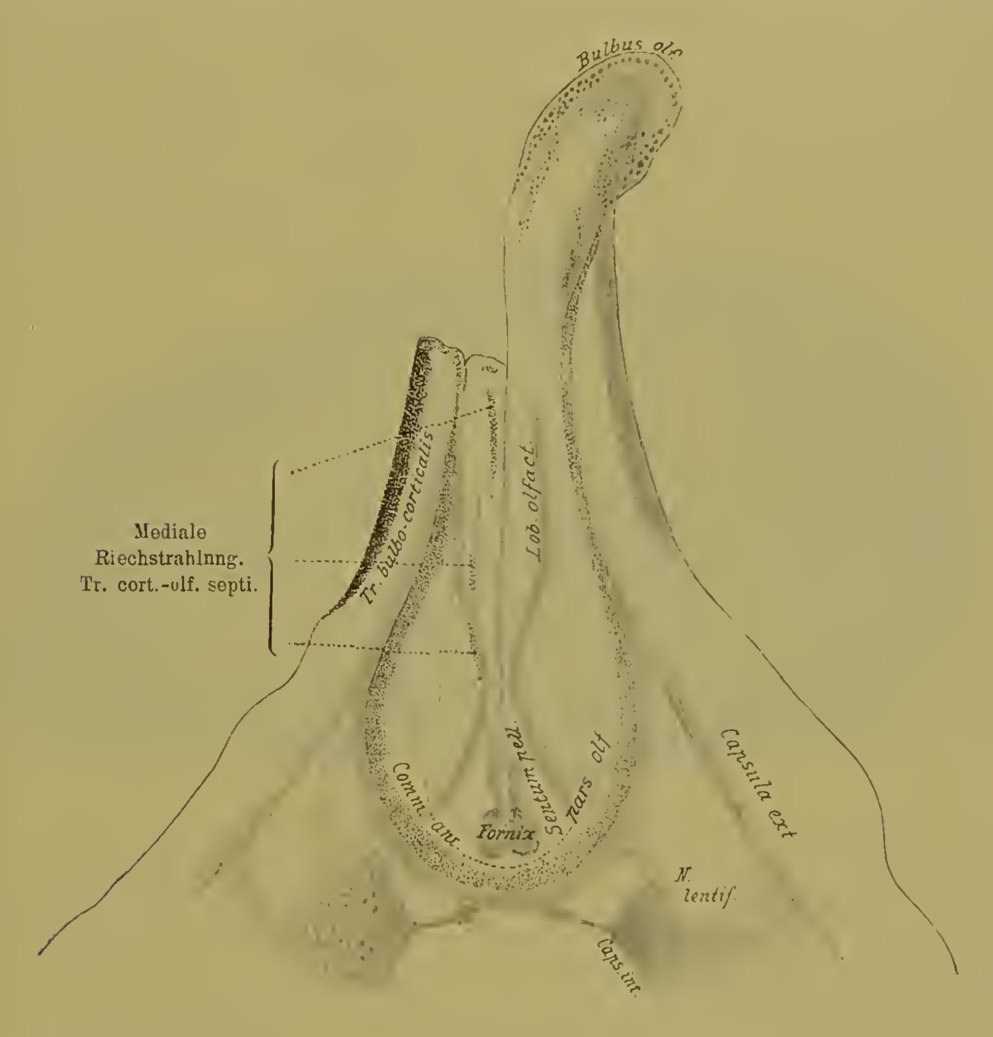


Fig. 166.

Horizontalschnitt durch das Gehirn eines Kaninchens, bei dem man 3 Wochen vor dem Tode einen Bulbus olfactorius mit einem kleinen Theile des vorderen Riechlappens abgetrennt hatte. Die laterale Riechstrahlung und die mediale, ausserdem Fasern der Pars olfactoria commissurae anterioris sind degenerirt. Die degenerirten Fasern durch Osmiumsäure geschwärzt. Nach Löwenthal.

Rinde des Riechlappens, diese etwas vorwölbend. hinauf an der Innenfläche des Gehirns. Diese mediale Riechstrahlung gelangt, an der medialen Seite des Gehirnes zum Septum pellucidum ziehend, über dieses hinweg in den Fornix, und von da in das Ammonshorn. Sie ist immer wegen des dünnen Rindenüberzuges nicht so rein weiss wie die laterale Strahlung. Dass zu dem Riechapparat auch die Ammonswindung zu rechnen ist.

das habe ich Ihnen in der zwölften Vorlesung mitgetheilt. Wollen Sie dort vergleichen, was über das Entstehen dieses uralten Palliumtheiles und über seine allmähliche Ausbildung gesagt ist. Bei den Säugern trennt den Riechlappen immer eine kleine zur Längsrichtung des Gehirns querstehende Furche von dem Lobus Hippocampi. Dieser bei den osmatischen Thieren immer ungemein mächtige Lappen enthält an seinem medialen Rande die Ammonseinrollung. Mit der kleinen relativ atrophischen Ammonswindung beim Menschen ist er kaum zu vergleichen. Der Ammonslappen folgt dem ganzen Hemisphärenrande an der Basis, erhebt sich dann hinten hinauf zur Medialfläche des Gehirnes und läuft hier eine Strecke nach vorwärts. Dabei trifft er natürlich auf die quer ziehenden Fasern des Balkens und an dieser Stelle verdünnt sich dann, wie Figur 147 zeigte, die Ammonsformation beträchtlich. Es bleiben von ihrer innersten Windung dem Gyrus dentatus nur zwei dünne Streifchen grauer Substanz



Fig. 167.
Sagittaler Modianschnitt durch das Kalbsgehirn. Der Lobus limbicus heller gehalten.

übrig, welche beiderseits dicht neben der Balkenmitte über das Corpus callosum nach vorne ziehen, die Striae longitudinales Lancisii. Figur 148. In ganz dünner Schicht setzt sich aber das gesammte Grau auf dem Balken auch lateralwärts fort, um an dessen äusserem Rande nochmals etwas anzuschwellen. Der Längsstreifen, der dadurch entsteht, ist von der Rinde des Gyrus fornicatus bedeckt und heisst Taenia tecta. Er ist wahrscheinlich die Fortsetzung der Ammonswindung selbst. Fig. 148 *Lt.*

Das Palliumgebiet lateral von der Ammonswindung heisst, soweit es dieser anliegt, Subiculum cornu Ammonis. Weiter frontal, da, wo es dicht über dem Balken nur an die atrophischen Partien der Ammonsformation, an die Striae Lancisii grenzt, wird es Gyrus fornicatus genannt. Das Verbindungsstück zwischen beiden Abtheilungen ist der halb vom Balken verdeckte, an dessen caudaler Unterseite liegende Gyrus subcallosus.

Da der Gyrus fornicatus sich vorn zur Basis herab wendet und mit seinem frontalsten Ende das Riechfeld wieder zu erreichen scheint, so bildet dieses ganze

Rindenstück eine Art von Bogen um den Rand der ganzen Hemisphäre. Broca, der zuerst entdeckte, dass die verschiedenen in ihm eingehenden Rindenzüge alle in directem Grössenverhältnisse zur Entwicklung des Riechapparates stehen, hat den Lobus limbicus, wie er ihre Gesammtheit nannte, direct als Riechrinde bezeichnet.

Der Lobus limbicus wird vom übrigen Gehirne immer durch eine eigene mächtige Furche geschieden, die Fissura limbica. Wir sind ihrem oberen Bogenstücke schon beim Menschen begegnet als Sulcus cinguli.

Alle Windungstheile, die so den Hemisphärenrand umfassen, der Lobus olfactorius, der Gyrus Hippocampi und der Gyrus fornicatus, der Lancisi'sche Streifen und die Fascia dentata, sind bei Thieren mit sehr ausgebildetem Riechorgane stark entwickelt, bei solchen, welche, wie die Menschen, kleine Riechlappen haben, ziemlich atrophisch, und beim Delphin, der gar keinen Riechlappen hat, sind sie aufs Höchste zurückgebildet (Broca, Zuckerkandl). Diese also offenbar dem Riechapparate zugehörigen Hirntheile fasst man nach einem Vorschlage von Turner mit dem Lobus olfactorius als Rhinencephalon zusammen. Die Bestandtheile des Rhinencephalon, die Furchen und Windungen, lassen sich bei allen Säugern mit einer gewissen Constanz der Anordnung nachweisen.

Es ist mir fraglich geworden, ob der Gyrus fornicatus zum Riechapparat gehört.

Sie sehen also, dass ein nicht unbeträchtlicher Theil der Hirnoberfläche in seiner Ausbildung wesentlich abhängt von der Entwicklung des Riechapparates. Alle hierher gehörigen Windungen und Züge sind immer an gleichem Orte, in gleicher Lagerung nachweisbar.

Viel weniger constant ist die Entwicklung des **übrigen Mantelgebietes** und der in ihm verlaufenden Furchung. Wollen Sie sich daran erinnern, dass die Entwicklung des Gehirns von anderen Momenten als diejenige der Schädelkapsel bedingt ist, dass das Vorhandensein und der Verlauf der Furchung durch die Resultante aus mindestens zwei verschiedenartigen Entwicklungsrichtungen gegeben ist, wie ich das Ihnen in der vorigen Vorlesung dargelegt habe.

Furchen, die beim Menschen tief und lang sind, können nahestehenden Thieren ganz fehlen, andere, dort nur angedeutete, sind zuweilen bei Thieren stark entwickelt.

Bei einigen Säugern ist die Fissura Sylvii z. B., sonst eine der am häufigsten vorhandenen Furchen, nicht oder doch nur durch eine flache Einsenkung angedeutet. Die anderen Furchen der Oberfläche können die verschiedensten Richtungen einnehmen. Im Allgemeinen kann man aber erkennen, dass es im Wesentlichen doch 3 Hauptrichtungen giebt: dem Längsspalte des Gehirns parallel verlaufende Furchen, sagittale, dann solche, welche sich um die Sylvische Spalte herumkrümmen, Bogenfurchen, Fissurae arcuatae, und schliesslich Furchen von mehr oder weniger senkrecht aufsteigendem Typus, Fissurae coronales. Am menschlichen Gehirne haben Sie für die letzteren in der Centralfurche ein gutes Beispiel, sagittale Furchen durchziehen da den Stirnlappen, und Bogenfurchen umgeben im Schläfen- und Scheitellappen die Sylvische Spalte. Gerade die senkrechten Furchen sind bei Thieren meist nur wenig ausgebildet. An dem Bärengehirne, das ich Ihnen hier vorlege,

ist die Centralfurche allerdings relativ lang. Benutzen Sie diese Ihnen ja nun wohlbekannte Furche, um sich den Vergleich mit dem Menschengehirne zu erleichtern. Sie sehen, dass der vor ihr liegende Stirnlappen sehr viel weniger entwickelt ist, als der in Fig. 155. Die Homologisirung der Stirnfurchen fällt schwer. Die Centralfurche verläuft, wohl wegen der mangelnden Stirnlappenausbildung, viel steiler, ebenso sind alle hinter

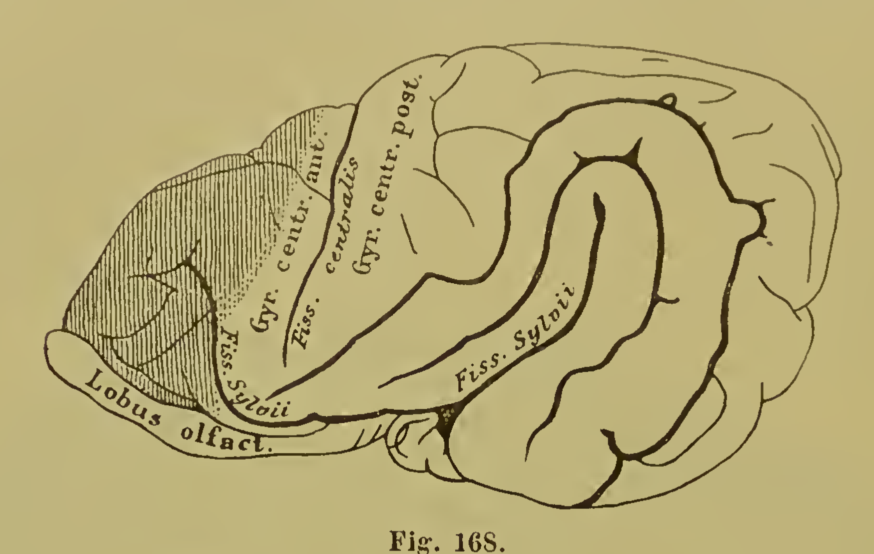


Fig. 168.
Bärengehirn nach Turner. Die Stirnlappen schraffirt.

ihr liegenden Theile gewissermaassen in die Höhe gerückt, die Fissura Sylvii steht fast senkrecht. Bogenfurchen umgeben sie, in denen Sie bei der Vergleichung mit Fig. 155 unschwer die gleiche Anordnung erkennen, wie in den Schläfenfurchen und der Interparietalspalte, falls Sie sich einen Augenblick vorstellen wollen, diese gingen in einander über. Die Sylvische Spalte steht bei allen Thiergehirnen senkrechter als beim Menschen; sie ist um so wagerechter, je ausgebildeter der Stirnlappen ist. Gewöhnlich ist sie auch relativ kurz.

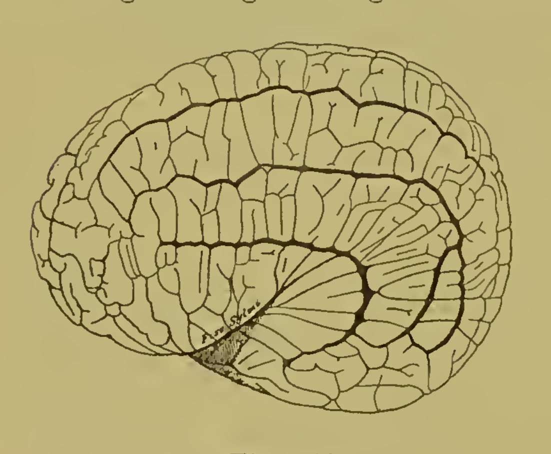


Fig. 169.
Gehirn von Monodon monoceros nach Turner.

Bogenfurchen kommen häufiger als andere Furchen in der Thierreihe vor. An dem windungsreichen Gehirne der Wale bilden sie den Typus der Gesammtfurchenbildung (Fig. 170).

Man numerirt sie von der Sylvischen Spalte aus zählend als erste, zweite u. s. w. Bogenfurche oder benennt sie auch als: Fissura ectosylvia, F. suprasylvia u. s. w. An dem Gehirne des Hundes, welches hier folgt, erkennen Sie wieder eine Anzahl dieser Furchen an Form und Lage. An der hinteren Grenze des Stirnlappens zieht eine kurze Furche senkrechten Verlaufs herab, die Fissura cruciata. Sie entspricht wahrscheinlich

der Fissura centralis. Doch ist die Identität beider Furchen nicht unbestritten. Wie schon in der zweiten Vorlesung erwähnt wurde, sind viele Thiergehirne ganz glatt. An anderen finden Sie nur Andeutungen von Furchen. An vielen, z. B. den Pferde- und Rindergehirnen, ist nur in den der Sylvischen Spalte zunächst liegenden Gebieten der Bogentypus deutlich. Nach der Hirnkante zu haben die Furchen einen mehr sagittal gerichteten Verlauf. Es würde uns hier zu weit fortführen, wenn ich Ihnen mittheilen wollte, was über die Furchenrichtungen bei den verschiedenen Thierklassen bereits bekannt ist. Die gegebenen Beispiele sollen nur einige Typen vorführen und eine Einleitung für eigene Studien sein.

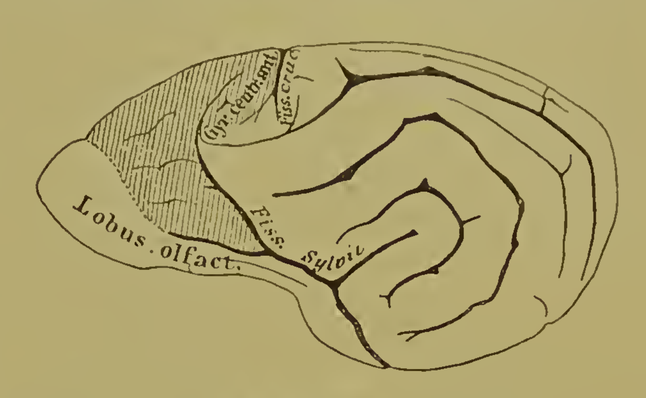


Fig. 170.
Hundegehirn. Der Stirnlappen schraffirt.

Unsere Kenntniss vom Verlaufe der Hirnwindungen entstammt Untersuchungen von Burdach (mediale Seite), Leuret, Gratiolet, Meynert (vergleichend anatomisch), Bischoff, Ecker, Pansch (wachsendes und reifes Gehirn). G. Retzius. Ausserdem existiren zahlreiche Untersuchungen über einzelne Rindengebiete; über die am Hirnrande verlaufenden Züge, z. B. von Broca und von Zuckerkandl, über die Stirnwindungen von Eberstaller und von Hervé, über die Insel von Guldberg, ferner genaue Studien über Entwicklung und Verlauf einzelner Spalten von Rüdinger, Cunningham und Anderen. Daneben besitzen wir sehr viele Monographien über die Hirnoberfläche verschiedener Säuger; anthropomorphe Affen von Bischoff, Waldeyer u. A., Lemuren von Flower und Gervais, Wale von Guldberg, Ziehen und Kükenthal, Ungulaten von Krueg, Ellenberger, Tenchini und Negrini, Raubthiere von Meynert, Spitzka u. A. Kritische Zusammenstellungen, Sichtung und Vergleichung verdanken wir in neuester Zeit namentlich Turner, dann Ziehen und Kükenthal. Die zahlreichen Abweichungen von dem beschriebenen Typus, wie sie normal oder durch Missbildungen vorhanden sein können, haben von den meisten der oben erwähnten Autoren, dann aber auch von besonderen Bearbeitern, Richter, Sernow, Mingazzini u. A., Berücksichtigung erfahren. Für das Gehirn der niedersten Vertebraten sind besonders die zahlreichen Arbeiten von Elliot Smith und von Ziehen wichtig. Von der gesammten äusseren Form der Säugethiergehirne handelt ein monographisch angelegtes Werk von Flatau und Jakobsohn.

Es liegt, meine Herren, nicht im Plane dieser Vorlesungen, die reiche Fülle von Thatsachen mitzutheilen, welche die Pathologie über die Functionen der einzelnen Hirntheile ermittelt hat. Die Lehre von der Function der Hirnrinde ist noch durchaus im Werden begriffen, ist noch nach keiner Seite hin abgeschlossen. Im Allgemeinen kann man sagen, dass über die Erscheinungen, welche nach Verletzung der Rinde auftreten, mehr sicher gestellt ist für den Menschen als für das Thier. Das Folgende enthält nur eine ganz kurze Uebersicht dieser Symptome:

Störungen, welche den normalen Aufbau und das normale Functioniren der Hirnrinde treffen, erzeugen beim Menschen je nach der Stelle, wo sie sitzen, verschiedene Symptome. Es sind bislang schon mehrere hundert gut beobachtete Fälle von Rindenerkrankung bekannt, und man kann durch Vergleichung der einzelnen unter einander zu folgenden Schlüssen kommen:

Von jedem Punkte der Hirnrinde aus können motorische Reizerscheinungen

(von Zuckungen einzelner Muskeln bis zur Epilepsie) zu Stande kommen. Es existirt aber eine Zone des Gehirnes, die beiden Centralwindungen, bei deren Erkrankung fast immer Störungen der Motilität in der gekreuzten Körperhälfte auftreten. Diese Störungen zerfallen in Reizerscheinungen und Ausfallerscheinungen. Die Reizerscheinungen äussern sich durch Krämpfe, die Ausfallerscheinungen durch mehr oder weniger hochgradiges Unvermögen, die Muskeln durch den Willen in Bewegung zu setzen, oft nur durch ein Schwächegefühl oder durch Ungeschicktheit zu complicirteren Bewegungen.

Durch genaue Analysirung der bekannten Krankheitsfälle lässt sich feststellen, dass bei Erkrankung des oberen Theiles beider Centralwindungen und des Paracentrallappens vorwiegend in dem Beine die Bewegungsstörungen sich geltend machen, dass, wenn das untere Ende der Centralwindungen befallen ist, das Facialis- und das Hypoglossusgebiet getroffen werden, und dass Bewegungsstörungen in der Oberextremität namentlich durch Erkrankung etwa des mittleren und eines Theiles des oberen Drittels der betreffenden Windungen erzeugt werden können. Die Trennung der einzelnen „Centren" von einander ist keine scharfe.



Fig. 171.

Die bis heute bekannten Projectionsfelder der Rinde. In dem Raum von „Oculomotorius" bis „Facialis" liegt das Orbiculariscentrum.

Vollkommene Zerstörung einzelner Theile der Centralwindungen kann beim Menschen zu dauernder Lähmung der von ihnen abhängigen Muskeln führen. Fast immer gerathen die gelähmten Muskeln in Contractur.

Erkrankungen, welche die Rinde der unteren Stirnwindung oder der Insel treffen, führen, wenn sie links sitzen, meist dazu, dass der Befallene die Sprache mehr oder weniger vollkommen verliert, obgleich seine Sprechwerkzeuge noch ganz normal innervirt werden können, und er Gesprochenes oft noch ganz wohl versteht. Das Verstehen des laut Gesprochenen scheint dann unmöglich zu werden, wenn die obere Temporalwindung zerstört ist. Die Fähigkeit, Gelesenes zu verstehen, hat man wiederholt verloren gehen sehen nach Herden, welche zwischen der Spitze des Hinterhauptlappens und dem hinteren Ende der Sylvischen Furche ihren Sitz hatten. Vielleicht handelt es sich aber hier um tiefe Bahnen und nicht um Rindenlocalisation.

Erkrankungen im Bereiche eines Hinterhauptlappens können zu Sehstörung führen, welche sich als Sehschwäche oder Blindheit auf der äusseren Seite des

Auges der erkrankten und der inneren Seite des Auges der gekreuzten Seite äussert (s. u.). Namentlich scheint ein Intactbleiben des Cuneus für das Verstehen des Gesehenen wichtig.

Die Sensibilität kann bei Hirnrindenerkrankungen auch leiden. Häufig werden Gefühle von Taubheit, von Schwere, dann hochgradige Störungen des Muskelgefühls beobachtet. Für den Tastsinn ist es die Regel, dass er zunächst abgestumpft erscheint, so weit die Beurtheilung des Gefühlten in Frage kommt, dass aber doch ganz feine Reize als Tastreize erkannt werden, wenn sie nur recht einfacher Natur sind. (Berühren mit einer Flaumfeder, einer Nadelspitze u. s. w.) Stellen der Hirnrinde, von denen aus häufiger als von anderen Störungen der Sensibilität entstehen, sind nicht sicher bekannt. Jedenfalls können bei Erkrankungen, die im Bereiche der Centralwindungen und ihrer Nachbarschaft sitzen, Sensibilitätsstörungen auftreten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass Herde im Ammonshorne, vielleicht auch in den übrigen Theilen der Randwindung Geruchsstörungen erzeugen.

Die Lähmungen, welche nur durch Erkrankungen der Hirnrinde entstehen, sind nie so complet wie die, welche durch Zerstörung der peripheren Nerven oder ihrer nächsten Enden im Rückenmarke erzeugt werden. Bei Thieren gelingt es



Fig. 172.

Die Rindenfelder, soweit sie durch Reizung nachweisbar sind. *A* von der Katze. *B* vom Kaninchen. Nach Mann.

überhaupt nicht, durch Wegnehmen der Rinde in der motorischen Zone oder des ganzen Hirnstückes, welches diese Zone enthält, dauernde Lähmung zu erzielen. Wohl aber kann man bei ihnen durch Reizung der Hirnrinde an circumscripten Stellen fast jedesmal von der gleichen Rindenstelle aus die gleichen Muskeln zur Contraction bringen.

Und nun, über die wohl studirte Lage der corticalen Centren beim Menschen orientirt, werfen Sie einen Blick auf die Abbildungen der Figur 172, welche nach Versuchen von Mann zeigt, welche Theile der Oberfläche des Gehirnes bei Säugern jetzt in ihrer functionellen Bedeutung bekannt sind. Damit kommen wir auch zu dem zurück, was in der dreizehnten Vorlesung über die Bedeutung des Mantels als einer Summe von Einzelcentren und Associationsfeldern mitgetheilt wurde. Sie erkennen auch sofort, wie vieles sich im Primatengehirne findet, das bei niederen Säugern noch nicht oder unnachweisbar klein vorhanden ist. Man fängt erst jetzt an die physiologische Gleichwerthigkeit der einzelnen Windungen bei verschiedenen Thierarten zu studiren. Es kommen ausser den erwähnten Studien von Mann wesentlich Arbeiten von Ziehen hier in Betracht.

Für die physiologische Stellung des Hirnmantels wollen Sie namentlich nochmals das Seite 191 Vorgetragene vergleichen und ausserdem sich erinnern an die S. 48 erwähnten Versuche von Ewald, welche zeigen,

wie vielerlei zum geordneten Zustandekommen eingelernter Bewegungen erforderlich ist, wie aber eines oder das andere Moment gelegentlich da ersetzend einzutreten vermag, wo Ausfälle vorhanden sind.

Man kann wohl sagen, dass der Hirnmantel sich in dem Maasse vergrössert, als aufsteigend in der Thierreihe neue Centren in ihm sich anlegen, Rindengebiete, die zur Einübung von Bewegungen zum Zurückhalten, Erkennen und Wiederverwerthen von Sinneseindrücken und — wohl in ihrer Hauptmasse — zur Association verwendet werden.

Siebenzehnte Vorlesung.

Die Rinde des Vorderhirns. Der centrale Riechapparat und die Commissuren.

M. H.! Sie haben nun einen allgemeinen Ueberblick über die äusseren Formverhältnisse des Gehirnes bekommen. Die heutige Stunde soll Sie näher bekannt machen mit dem Baue der Hirnrinde, sie soll Ihnen dann einen Einblick geben in die Verbindungen der Rindengebiete unter sich.

Wir kennen den feineren Aufbau der Rinde nur erst in seinen Elementen. Noch fehlt uns das Wissen von den Verbindungen dieser Elemente unter einander und damit leider noch das eigentliche Verständniss für die anatomische Grundlage des grossen Seelenorgans. Es unterliegt kaum noch einem Zweifel, dass wir die Hirnrinde als Ganzes, als den Ort ansehen dürfen, wo sich die meisten derjenigen seelischen Processe abspielen, die uns zum Bewusstsein kommen, dass in ihr der Sitz des Gedächtnisses ist, dass von ihr die bewussten Willensacte ausgehen.

Die ganze Hemisphäre ist von der Rinde überzogen. Dieselbe hat an der Convexität nicht überall genau den gleichen Bau. Wenn auch eine Art Grundtypus existirt, so lassen sich doch je nach der Hirnregion, die man untersucht, geringere oder grössere Differenzen in den Schichten auffinden, in welche die Ganglienzellen und Nervenfasern der Rinde angeordnet sind. Nie geht ein Rindentypus plötzlich in einen anderen über. Da aber diese anatomischen Verschiedenheiten in ihrer Bedeutung noch ganz unverstanden dastehen, so wollen wir uns heute nur die Rinde einer Region, des Stirnlappens, betrachten. Dort liegt dicht unter der Pia, noch bedeckt von einer dickeren Neuroglialage, ein dichtes Flechtwerk von meist parallel zur Oberfläche dahinziehenden feinen markhaltigen Fasern —*1* der umstehenden Figuren, Schicht der Tangentialfasern. Ihr sind Zellen in relativ geringer Menge eingelagert. Direct unter ihr aber beginnt die Schicht der eigentlich für die Rinde typischen Pyramidenzellen, zunächst mit einer sehr zellreichen Lage kleinerer Gebilde *2*, die dann aber in *3*, die Schicht der grossen Rindenpyramiden übergeht. Alle diese senden nach der Oberfläche und nach verschiedenen

Seiten ihre Dendriten als Spitzenfortsatz, Lateralfortsätze u. s. w. und — zumeist — nach der Tiefe des Marklagers ihren Axencylinder. Die Schicht der grossen Pyramidenzellen ist im Stirn- und Scheitellappen die breiteste der Rinde. Die einzelnen Zellen sind umso grösser, ihr Spitzenfortsatz um so länger, je tiefer die Zelle von der Oberfläche abliegt. Die vierte unter den Pyramiden liegende Zelllage besteht wieder aus kleineren, nicht regelmässig liegenden Zellen. Sie sind eingeklemmt zwischen der Masse in die Rinde eindringender Markfaserstrahlungen.

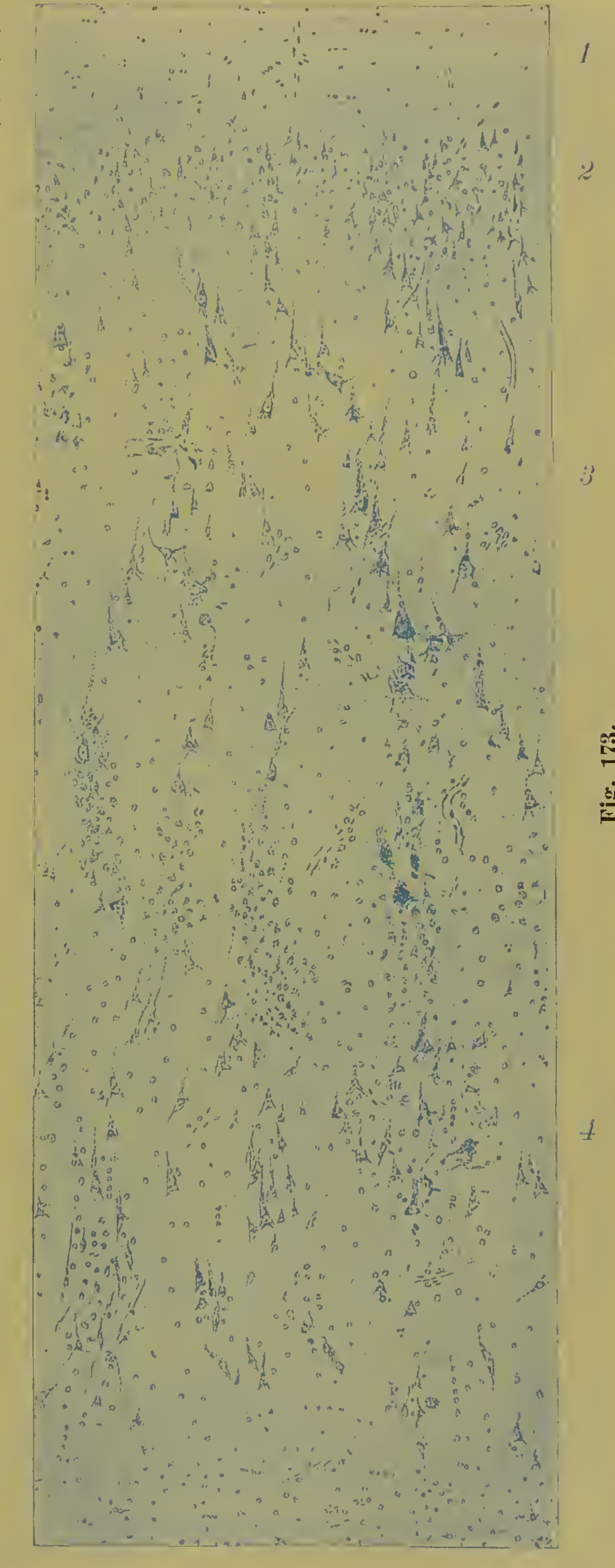


Fig. 173.
Schnitt durch die Rinde eines gesunden 20jähr. Mannes in der Mitte der rechten oberen Stirnwindung nach Nissl.

Ausser den erwähnten Pyramidenzellen giebt es noch in der Rinde eine grosse Masse kleinerer, in allen Höhen vertheilt liegender, polygonaler Zellen, deren Axencylinder sich ungemein rasch völlig aufzweigt. Auf Fig. 173 erscheinen diese Zellen als viele helle, überall in der Umgebung der Pyramiden liegende polygonale Gebilde.

In der zweiten Vorlesung habe ich Ihnen bereits zwei Rindenpyramiden vom Menschen demonstrirt Figur 8,

an denen Sie erkennen konnten, dass auf dem Wege der Dendritenfortsätze massenhafte Fibrillen in die Zelle dringen, die auf gleichem Wege oder durch den Axencylinder sie wieder verlassen.

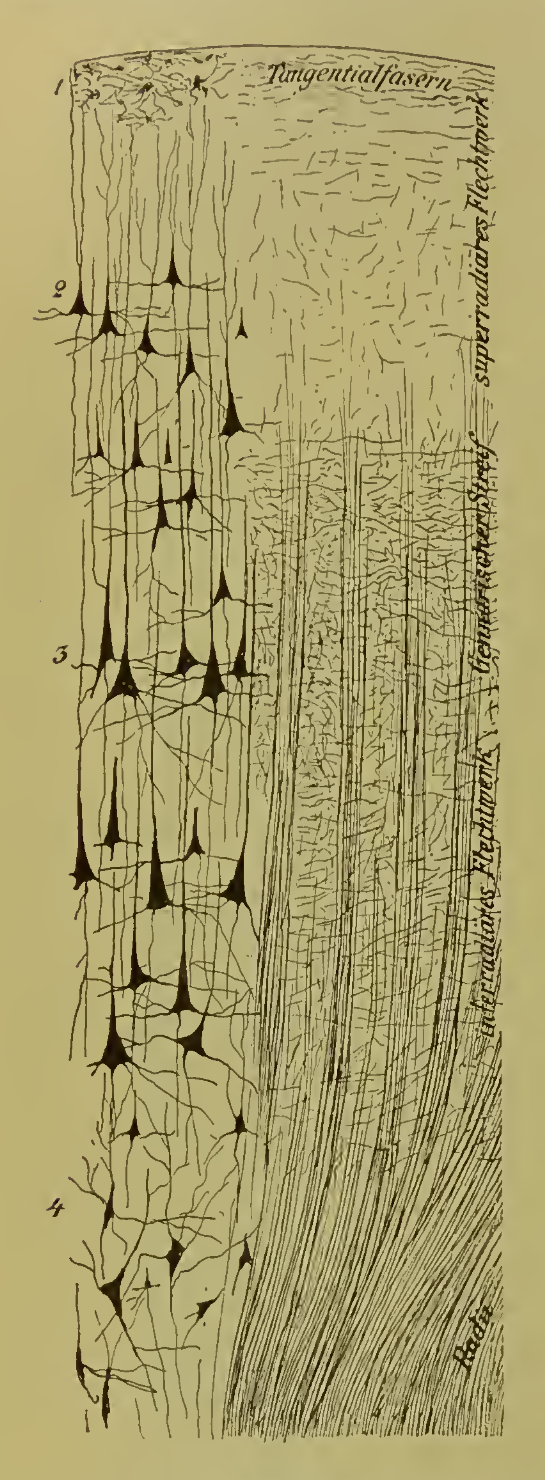


Fig. 174.

Schema eines Schnittes durch die Rinde einer Stirnwindung. Rechts nach einem mit Weigert'schem Hämatoxylin gefärbten Präparate, links nach Präparaten, die nach Golgi mit Sublimat behandelt waren. Rechts sind nur die Fasern, links nur die Zellen deutlich. Der letzteren sind mehr vorhanden, als gezeichnet wurden. Da sich bei der Golgi'schen Methode Hohlräume um Zellen und Ausläufer erfüllen, so erscheinen diese grösser als sie wirklich sind.

Zwischen den Zellen bleibt immer ein Raum übrig, welcher nicht durch Fasern oder Glia allein ausgefüllt ist. In diesem Theile des Rindengraues verzweigen sich wahrscheinlich die Fibrillen, welche aus den Rindenzellen austreten. Bei dem Kaninchen ist dieses intercelluläre Grau nach Nissl in sehr viel kleinerem Maasse vorhanden als beim Hunde und bei diesem ist es längst nicht so stark entwickelt wie beim Menschen. Nissl, welcher thunlichst gleichartige Rindenstellen auf diesen Punkt hin verglichen hat, kam zu der Meinung, dass jenes bis jetzt noch nicht demonstrirte, aber durch den Fibrillenaustritt doch sehr wahrscheinliche Faserwerk für die Function der Rinde besonders wichtig sein müsse.

Um den Bau der Hirnrinde kennen zu lernen, bedarf es der Anwendung mehrerer Methoden. Jede zeigt ein anderes Bild, und nur aus der Vereinigung des so Gewonnenen ergiebt sich das Gesammtbild. Da auf der linken Seite der Fig. 174 nur ein geringer Theil der Zellen sichtbar ist, so lege ich Ihnen hier in Fig. 173 eine Zeichnung vor, die Nissl nach einem Alkoholpräparate absolut naturgetreu hergestellt hat. Sie wird Ihnen bei praktischen Arbeiten von gutem Nutzen sein können.

Die Markstrahlen zerfahren, in der Rinde angekommen, in zahlreiche feine Züge, und diese lösen sich allmählich in weiter aussen liegenden Lagen auf, resp. treten in Verbindung mit den Axencylindern der Zellen. Sie sehen ausser diesen Zügen

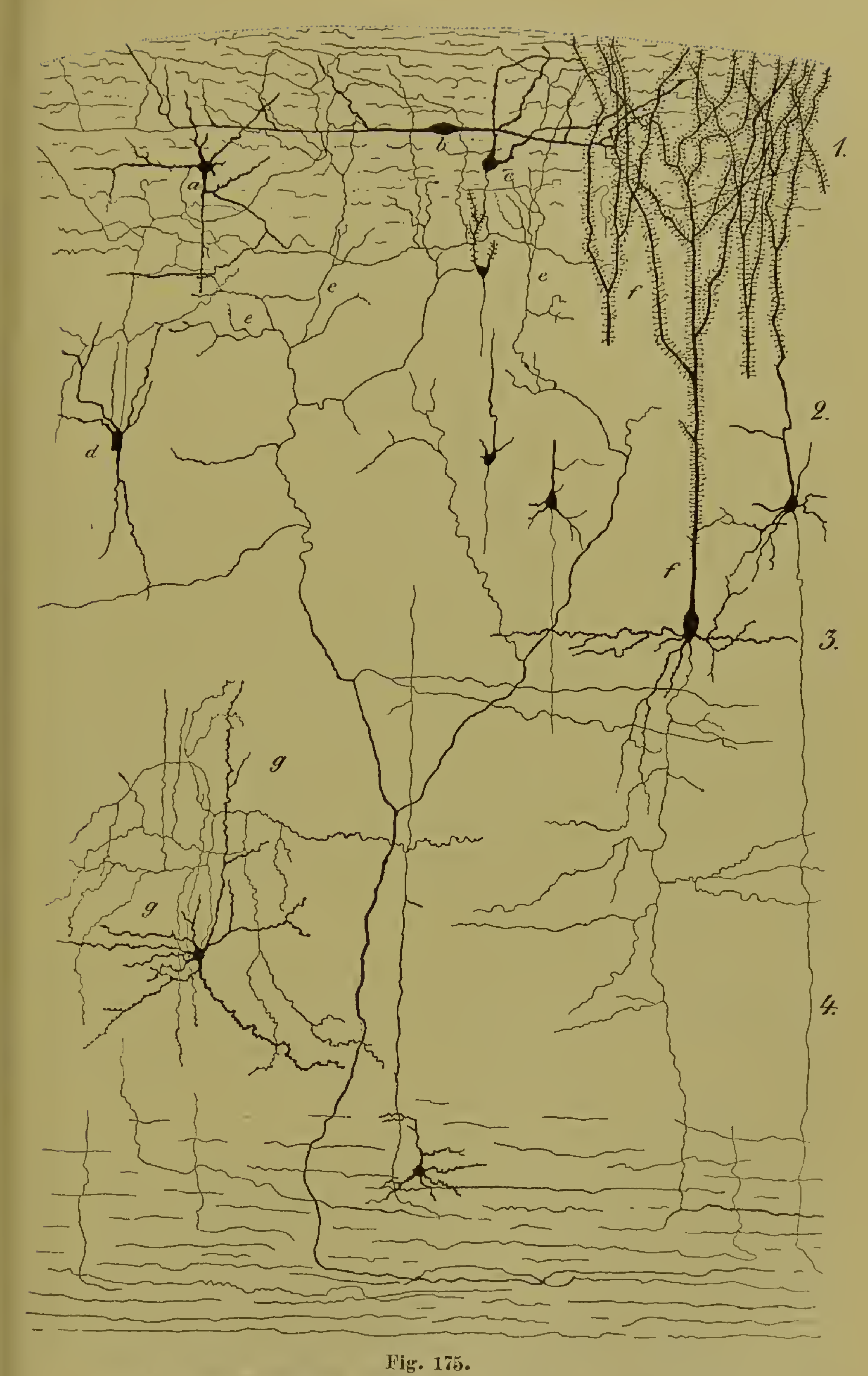


Fig. 175.

Einzelne Elemente der Hirnrinde. Combinirt nach Präparaten von S. Ramon y Cajal.

noch zahlreiche andere markhaltige Nervenfasern in der Rinde. Woher diese Fasern kommen, wohin sie gehen, das war vor Kurzem noch ganz unbekannt. Neuerdings aber haben uns Untersuchungen von Golgi, von Martinotti und ganz besonders solche von S. Ramon y Cajal eine grosse Anzahl neuer Verhältnisse in der Hirnrinde kennen gelehrt, so dass es jetzt wohl möglich erscheint, die einzelnen Elemente in ihrem Zusammenhange zu betrachten. Allerdings sind die meisten Facta an der Hirnrinde kleiner Säuger erkannt, und nur für wenige ist auch beim Menschen die Bestätigung gefunden. So bleibt noch viel Arbeit zu thun übrig. Was aber bekannt wurde, bringt uns einen so guten Schritt vorwärts, dass ich es Ihnen mittheilen muss. Ich habe hier, um meine Beschreibung kurz fassen zu können, auf einer einzigen Abbildung die wichtigsten Funde combinirt dargestellt (Fig. 175).

Die äusserste Schicht enthält zahllose, zumeist in tangentialer Richtung verlaufende Nervenfasern. Diese stammen aus Ganglienzellen *a, b, c,* welche alle mehrere Axencylinder besitzen, und aus kleinen, spindelförmigen Zellen *d,* einer tiefer liegenden Schicht. In diese äusserste Zone aber treten noch zweierlei Elemente ein; dicke, zum grössten Theile von Markscheiden umgebene Fasern *e,* welche aus dem Marklager in die Rinde treten, werden in ihren äussersten Verzweigungen bis dahin verfolgt. Sie müssen Ganglienzellen entstammen, welche an anderen Stellen des Gehirns liegen. Für ihre Herkunft aus der Ferne spricht namentlich ihre Faserkaliber. Dann enden dort in reichen und dichten Verzweigungen die Dendritenausläufer der tiefer gelegenen Pyramidenzellen *f.* Jedem einzelnen Aestchen sitzen noch zahllose feine, in Kölbchen auslaufende Nebenästchen auf. Die Verzweigung ist eine so dichte, dass überaus reichliche Gelegenheit zu Contacten der Dendritenausläufer tiefer Zellen mit den gleichen Ausläufern und den Axencylindern der an Ort und Stelle liegenden Zellen gegeben ist. Solch einen Reichthum an Verbindungsmöglichkeiten zwischen den Ausläufern ganz verschieden gelagerter Zellen, wie er hier enthüllt worden ist, hat selbst die kühnste Phantasie speculirender Psychologen sich kaum träumen lassen. Und dennoch ist und bleibt nicht nur hier, sondern auch sonst überall in der Rinde fast jede Zelle als selbstständiges Individuum bestehend. Nirgendwo erkennt man directe Verbindungen, überall zeigen sich nur Anlagerungen.

Unter der Tangentialfaserschicht liegt die Schicht der kleinen Pyramidenzellen. Sie geht ganz allmählich in 3, die der grossen Pyramiden über. Die Axencylinder all dieser Zellen ziehen in der Richtung nach dem Marklager. Sie geben zahlreiche Nebenästchen ab. Viele spalten sich nahe dem Marklager in einen horizontalen und in einen absteigenden Ast. Aus diesen Fasern werden die Züge, welche die Hirnrinde mit tiefer liegenden Centren, und diejenigen, welche sie mit ferner liegenden Rindenstellen verbinden.

Die Dendritenfortsätze ragen peripherwärts mehr oder weniger weit nach aussen, enden zum Theile erst unter der Pia.

Nahe dem Marklager, unter den wohlausgeprägten Pyramiden, liegen zahlreiche Zellen von unregelmässiger dreieckiger, auch kleinpyramidaler Form. Sie verhalten sich im Verlaufe ihrer Axencylinder, wie in dem ihrer Dendritenfortsätze analog den Pyramiden, bieten nur unregelmässigere Formen und ärmere Verzweigung. In dieser tiefsten Schicht findet man dann noch zahlreiche multipolare Zellen *g,* deren Axencylinder in den verschiedensten Richtungen, horizontal, auf- und absteigend verlaufen kann. Er zeichnet sich aber immer dadurch aus, dass er nach kurzem Verlaufe sich in ein weites, complicirtes Geäst auflöst, dessen Fäserchen alle frei enden. Solche Zellen kommen übrigens auch noch in fast allen

anderen Schichten der Hirnrinde vor. Auch sie sind mit ihrer weiten Auszweigung wieder sehr geeignet, andere Zellgebiete unter einander physiologisch zu verknüpfen.

Die unzähligen Axencylinder mit ihren Verzweigungen, die Seitenästchen, welche sie aussenden, dann die zahlreichen, von anderen Stellen des Gehirnes in die Rinde eintretenden Fasern, sie alle zusammen bilden natürlich ein ausserordentlich dichtes Gewirr. Es zu entwirren, war durch den glücklichen Umstand möglich, dass die Golgi'sche Methode zumeist in dem gleichen Präparate immer nur relativ wenige Zellen schwärzt. Die gleichen Fasergewirre, wie sie in Fig. 176 Ihnen die Markscheidenfärbung gezeigt hat, lassen sich mit der Zellfärbung demonstriren, nur sind sie im letzteren Falle noch viel dichter. Es scheint, dass die Axencylinder der allermeisten Zellen in der Hirnrinde, ebenso die Collateralen, welche aus den Axencylindern der Pyramiden entspringen, eine Markscheide besitzen. Solange wir alle diese Fasern ihrem Wesen nach noch nicht richtig benennen können, wird es behufs Verständigung, bei pathologisch-anatomischen Untersuchungen z. B., zweckmässig sein, provisorische Namen für sie einzuführen. Wir wollen unterscheiden s. Fig. 174: 1. Radii, Markstrahlen, 2. interradiäres Flechtwerk, zumeist aus zur Oberfläche parallelen Fasern bestehend, 3. superradiäres Faserwerk und 4. Tangentialfasern. An der Grenze zwischen dem superradiären und dem interradiären Flechtwerke verdichtet sich das letztere besonders stark. Diese überall auch mit blossem Auge als weisser Streif sichtbare Schicht ist namentlich im Bereiche des Cuneus so dicht, dass sie dort besonders leicht erkannt wird. Man bezeichnet sie als Gennari'schen Streif oder nach ihrem späteren Wiederbeschreiber meist als Baillarger'schen, speciell im Cuneus als Vicq d'Azyr'schen Streifen. Doch liegt im Occipitallappen der Streif etwas tiefer in der dritten Schicht, näher der vierten, nicht so hoch oben, wie er in Fig. 176 für den Stirnlappen abgebildet ist.

Die Markscheiden im superradiären Flechtwerke entstammen wohl zumeist der in die Rinde ausstrahlenden Fasern. Sehr fraglich ist, ob die Zellen mit verzweigtem Axencylinder markscheidenhaltige Ausläufer haben. Der Cennari'sche Streif wird ganz von Seitenzweigen aus Pyramidenaxencylindern gebildet. Das interradiäre Flechtwerk besteht ebenfalls aus Axencylindercollateralen gleicher Herkunft, vielleicht auch aus dem Geäste der Zellen mit verzweigtem Axencylinder.

Man darf nun nicht erwarten, dass man alle diese Streifen u. s. w. immer wohl ausgebildet finde. Abgesehen davon, dass sie je nach der Rindenzone verschieden stark entwickelt sind, ergeben auch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen, dass ganz erhebliche Unterschiede je nach dem Alter bestehen können. Wahrscheinlich wird sich, wenn wir nur erst einmal für alle Rindentheile und für alle Altersstufen einen gewissen Typus kennen, auch herausstellen, dass bestimmte Beziehungen zwischen der Intelligenz und dem Faserreichthume in der Rinde bestehen.

Viel in dieser Beziehung versprechend sind die Entdeckungen von Kaes. Dieser konnte nämlich durch zahlreiche genaue Messungen nachweisen, dass die

Hirnrinde noch weithin, bis in das 40. Lebensjahr und länger, an Faserreichthum zunimmt. Ganz besonders kommen in Betracht Züge, die innerhalb des basalen Abschnittes der Markstrahlen in zur Oberfläche paralleler Richtung einherziehen, Fibrae arcuatae intracorticales, und dann Faserzüge, welche innerhalb des superradiären Flechtwerkes liegend, sich dicht an die Tangentialfaserschicht anschliessen. Hier kommt es in einigen Rindenpartien noch sehr spät zur Markumscheidung, so dass allmählich ein sehr grosser Theil der Rinde unter der Tangentialfaserschicht von feinen Fäserchen durchquert wird. Dazu gesellen sich nach Kaes noch dickere Markfasern, die man im Laufe der Jahre ganz allmählich aus den Schichten, welche dem Marke zunächst liegen, nach der Rinden-

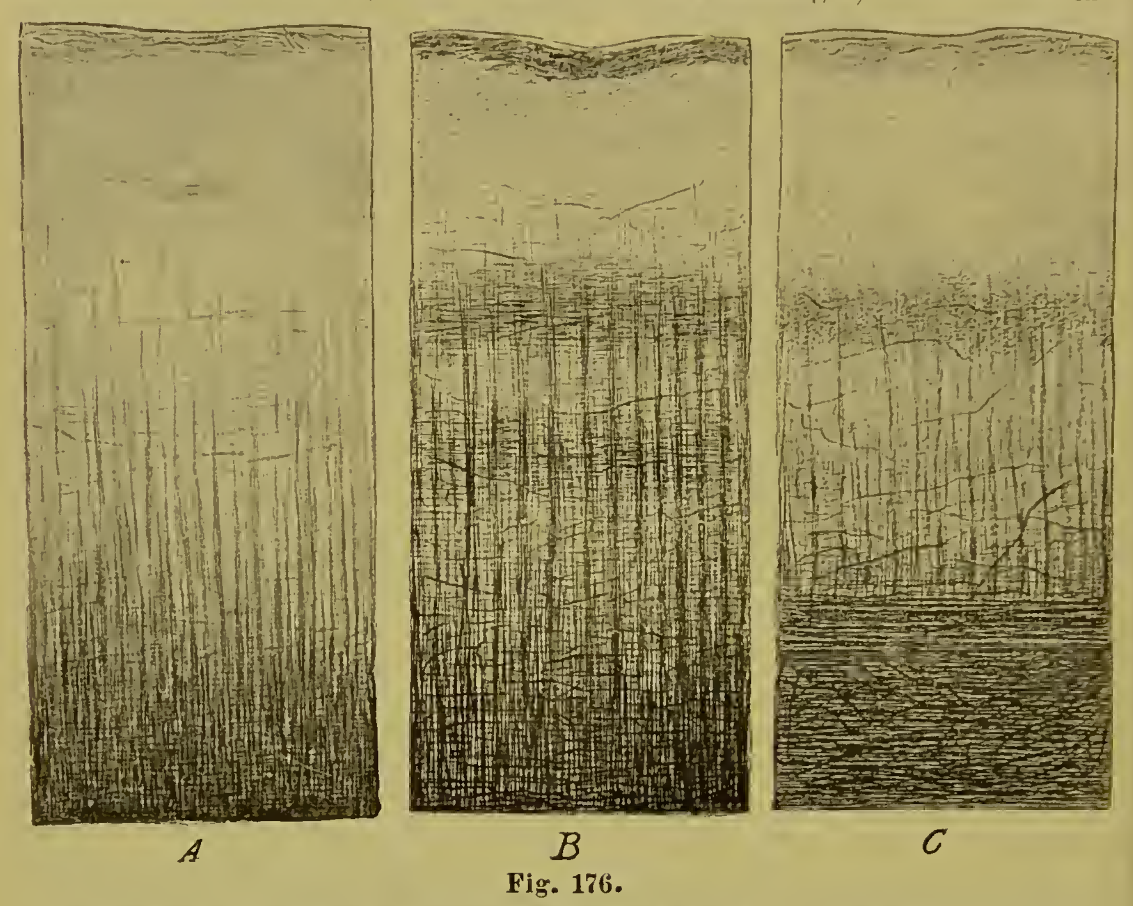


Fig. 176.

Drei Schnitte durch die Rinde der vorderen Centralwindung nach Kaes. *A* von einem 1¼ J. alten Kinde. *B* von einem 30 jähr. Manne. *C* von einem Manne von 53 Jahren. Markscheidenfärbung. Controlpräparate haben gezeigt, dass die Differenzen wesentlich durch das Alter bedingt sind, doch kann die Möglichkeit, dass verschiedene Einübung des betreffenden Rindengebietes in etwas zur Differenz beiträgt, nicht von der Hand gewiesen werden.

oberfläche hin sich verbreiten sieht. Es sind wohl die zum Theile recht starken Fasern dieses Plexus, welche Bechterew beschrieben, und von denen er einen eigenen, dicht unter den Tangentialfasern liegenden Streif — „Bechterew'scher Streif" — gebildet sah. Fig. 176, die ich der Freundlichkeit von Dr. Kaes verdanke, lässt den verschiedenen Typus der Rinde an verschiedenen Stellen und zu verschiedener Lebenszeit gut erkennen.

Soweit man bis jetzt sehen kann, sind das Alles neue Associationsbahnen oder doch solche, die, spät erst in Gebrauch genommen, sich mit Mark umkleiden. Vielleicht auch handelt es sich nur um Collateralen, die mit der grösseren Inanspruchnahme durch vermehrte Associationen erst nun ihre völlige Ausbildung bis zur Markscheidenumkleidung erhalten. Wir wissen, dass auch in anderen Geweben durch eine vermehrte Inanspruchnahme der Elemente Steigerung ihres Wachsthums

eintreten kann. So hätte der gleiche Vorgang in der Hirnrinde Nichts, was von den bekannten Naturvorgängen abwiche. Man kann sich wohl vorstellen, dass der Mensch sich durch cerebrale Arbeit neue Bahnen in diesem Sinne schafft, dass der vermehrten Leistungsfähigkeit, welche die Uebung des Gehirnes schafft, als anatomisches Substrat die Neubildung oder Verstärkung vorhandener Bahnen entspräche.

Wie ich vorhin erwähnte, ist die Hirnrinde nicht an allen Stellen der Oberfläche gleich gebaut. Die Rinde der Umgegend der Fissura calcarina ist z. B. ausser durch den Gennari'schen Streifen auch characterisirt durch ein Vorherrschen der kleinen polygonalen, meist helleren Zellen und eine relative Armuth an grossen Rindenpyramiden.

Eine besondere Betrachtung verdient die Ammonsformation. An der Hirnbasis ganz median wendet sich die Rinde erst nach aussen und dann direct wieder nach innen, Gyrus cornu Ammonis, um dann sich wieder ein kleines Stück nach aussen zurück zu krümmen, Gyrus dentatus. S. Fig- 177. Die Pyramidenzellen der Ammonswindung gehen dann aber nicht unmittelbar in diejenigen des Gyrus dentatus über. Sie enden vielmehr unregelmässig durch einander geworfen (bei *a* der Fig. 177), und dieser unregelmässige Haufen wird dann von dem Halbbogen der regelmässig stehenden Zellen des Gyrus dentatus umschlungen. Wir können jetzt ohne Zwang die Schichten der Ammonsformation auf die reguläre Rindenschichtung zurückführen (Meynert und besonders Schaffer), sie bieten aber in ihrem Gesammtaussehen doch so viele Eigenthümlichkeiten, dass man bei Beschreibungen die Namen, welche sie früher erhalten haben, noch anwendet.

Wollen Sie an der folgenden Abbildung von unten nach oben gehend zunächst die Rinde verfolgen.

Der Theil des Ammonslappens, welchem die eigentliche Aufrollung aufliegt, wird als Subiculum cornu Ammonis bezeichnet. Er ist von einer ungewöhnlich starken Schicht von Tangentialfasern bedeckt, deren netzförmige Anordnung schon am frischen Gehirne auffällt. Viele von diesen Fasern scheinen, die ganze Rinde durchbohrend, bis in das Marklager der Windung zu gelangen. Da, wo die Einrollung beginnt, wird die Tangentialfaserschicht dünner, sie begleitet aber die ganze Ammonswindung weiter und liegt, wie ein Blick auf die Figur zeigen muss, der Rinde des Gyrus dentatus direct auf. Auch diese besitzt eine Tangentialfaserschicht. Beim Menschen ist es schwer, die Tangentialfasern des Gyrus Hippocampi von denen des Gyrus dentatus zu sondern. Sie bilden gemeinsam eine einzige Schicht. In diese tauchen, ganz wie es auf Fig. 175 von der übrigen Rinde gezeichnet ist, die Dendriten der Rindenzellen ein; von der einen Seite die Dendriten aus der Dentatusrinde, von der anderen diejenigen der Ammonsrinde. Unter der Tangentialfaserschicht liegt im Bereiche der Ammonswindung eine zweite mächtige Schicht markhaltiger Fasern. Diese gewundene Platte, Lamina medullaris circumvoluta, ist ein Associationssystem von Fasern, die im Ammonshorn entspringen und da enden, wo es vom Gyrus dentatus umfasst wird.

Sie müssen der Rinde selbst angehören und nicht erst dahin eindringen, denn bei einem Hunde, dem von der ganzen Hirnrinde nur die eine Ammonswindung geblieben war, liess sich dies System völlig erhalten nachweisen.

Die Lamina med. circumvoluta liegt schon im Bereiche der langen Dendritenfortsätze, welche die Zellen der Ammonswindung aussenden. Die Richtung so vieler langer Fortsätze nach aussen giebt diesem Stratum ein leicht gestreiftes Ansehen auf dem Schnitte. Man hat es desshalb als Stratum radiatum bezeichnet. Die Zellen selbst scheinen an gehärteten Präparaten in grossen Hohlräumen zu liegen. So erscheint ihr langer gewundener Zug als helle Schicht und hat den Namen Stratum lucidum erhalten. Sie senden ausser ihren Dendriten theilweise auch, ganz wie in der übrigen Rinde, ihre Axencylinder hinaus zur Tangentialschicht. Der grössere Theil der Axencylinder aber tritt ventrikelwärts,



Fig. 177.

Schnitt durch die Hirnbasis und die unter ihr liegende Ammonswindung. Nach einem mit Hämatoxylinkupferlack gefärbten Präparat. Der Plexus chorioides etwas einfacher gezeichnet, als er es beim Erwachsenen ist. Man beachte, dass und wie er den Ventrikel vom Schädelraum abschliesst.

und es bilden diese und andere Fasern dann ein richtiges Marklager, den Alveus, der dicht unter dem Ventrikelepithel liegt. Der schmale Raum zwischen dem Stratum lucidum und dem Alveus wird von zahlreichen, in das Ammonshorn eindringenden und aus ihm abziehenden Fasern erfüllt. Er enthält unzählige Fasertheilungen und eine Anzahl sehr merkwürdiger Associationszellen, die wir erst neuerdings durch Ramon y Cajal kennen gelernt haben. Sie sind durch ihren vielverzweigten Axencylinder, der in die Zelllage des Stratum lucidum eindringt, geeignet, die Pyramidenzellen der Ammonswindung unter einander wohl zu verknüpfen. S. Fig. 12. Die ganze Lage wird als Stratum oriens bezeichnet.

Alle Untersuchungen der Ammonsrinde lehren, dass hier ein Zellreichthum, eine Mannigfaltigkeit der Faserbeziehungen existiert, welche in der ganzen übrigen Rinde, so weit wir wissen, nicht mehr ihres Gleichen findet.

Hat man einmal das erfasst, was typisch ist am Aufbaue der Hirnrinde, so fällt es auch nicht schwer, den Typus in Gebieten zu erkennen, wo er weniger deutlich ist. Ganz unverstanden war z. B. früher der Bulbus olfactorius. Wenn Sie nun Fig. 165 einmal umdrehen und mit Fig. 175 vergleichen wollen, so springt die Aehnlichkeit sofort in die Augen. Es handelt sich hier um eine Rinde, in deren Molecularschicht aufsplitternd die Riechnervenfasern sich inseriren. Nur ist das Ganze mehr condensirt. Auch verleiht das Eindringen von Riechnervenfasern in die Tangentialschicht der Oberfläche und das dadurch bedingte andersartige Aufsplittern der Dendriten aus den Rindenpyramiden dem Ganzen einen Anblick, der die Erkenntniss, dass es sich hier um nichts anderes als gewöhnliche Rindenformation handelt, bisher erschwert hat.

Die Oberfläche der Grosshirnrinde ist beim Menschen (Weigert) von einem dichten **Glianetz** bedeckt, von dem zahlreiche spärlicher gestellte Züge bis hinab in die Gegend der kleineren Pyramiden strahlen. Dann wird das Glianetz immer dünner, und in den tiefsten Rindenlagen fehlt es fast ganz. Schon innerhalb der Radii sind nur noch vereinzelte Fäserchen wahrnehmbar. In der Markschicht liegt dann wieder die relativ dichte Gliaansammlung, welche überall die markweissen Fasern umspinnt.

Wenn die Nervenelemente des Grosshirnes — bei der Paralyse z. B. zu Grunde gehen, so tritt an ihre Stelle eine Gliawucherung, die sich nicht nur durch ihr Auftreten an abnormem Orte, sondern auch durch die Dicke der Fasern auszeichnet, welche das sonst Normale noch weit übertreffen. Nur im höheren Alter, wo — wohl auch infolge des senilen Schwundes — etwas mehr Glia in der Hirnrinde ist, kommen noch solche Fasern vor. Wo viele eines der Gliaplättchen kreuzen, entstehen die Astrocythen und Deiters'schen „Zellen", denen man desshalb gerade bei der Paralyse besonders oft begegnet.

Eine möglichst genaue Kenntniss der Hirnrinde wird eben von allen Seiten mit Recht angestrebt. Bereits hat sich die Psychiatrie erfreulicher Erfolge zu rühmen, die bei solchen Studien herangereift sind. Ich erinnere nur an die Entdeckung von Tuczeck, der nachwies, dass bei der progressiven Paralyse der Irren zunächst das Netz der Nerven in Schicht 1 untergeht, und dass dann successive auch die Fasern in den tieferen Schichten bis in die vierte hinein schwinden. Aehnliches ist später für andere Psychosen nachgewiesen, und neuere Funde haben gelehrt, dass auch in tieferen Theilen des Gehirns bei der Paralyse, Schwund feiner Fasern zu Stande kommt. Derselbe wird, wie der Verlauf seiner Ausbreitung erschliessen lässt, hier und da durch secundäre Degeneration von in der Rinde bereits unterbrochenen Fasern bedingt.

Die Nervenfasern in der Hirnrinde bekommen erst sehr spät ihr Mark. Es tritt im 8. Fötalmonate zuerst im oberen Scheitellappen und der hinteren Centralwindung auf, im 1. Lebensmonate kommen hierzu einzelne Fäserchen in der vorderen Centralwindung, später, im 2.—3., beginnt im Occipitallappen die Markbildung der Rinde. Es ist wahrscheinlich, dass diese Verhältnisse mit der Zeit

in Beziehung stehen, in welcher der Mensch in den einzelnen Hirngebieten Erinnerungsbilder abzulagern beginnt, dass sich mit dem Erwerben von Sehvorstellungen z. B. erst die Rinde der Sehsphäre entwickelt.

Im späteren Leben werden immer ausgedehntere Bezirke markhaltig, s. S. 228.

Unter der Rinde liegt das Markweiss der Hemisphäre. Das gleichmässige Weiss, welches ein Schnitt durch das Centrum semiovale dem blossen Auge bietet, wird vom Mikroskope aufgelöst in eine grosse Anzahl sich in mannigfachen Richtungen kreuzender, nur schwer zu verfolgender Fasern. Versuchen wir es, unter diesen, soweit dies bislang möglich, uns zu orientiren.

Wenn Sie Schnitte durch das frische Gehirn eines neugeborenen Kindes machen, so sehen Sie, dass unter der Rinde fast überall eine eigenthümliche, grauroth durchscheinende Masse liegt, in der nur an einer schmalen Stelle, unter dem oberen Theile der hinteren Centralwindung und in ihrer Nachbarschaft, weisse Nervenfasern zu finden sind. Erst im Laufe der ersten Lebensmonate umgeben sich auch andere Nervenbahnen mit Mark; zunächst meist solche, die von der Rinde nach abwärts ziehen, bald aber auch Züge, die einzelne Rindengebiete mit einander verknüpfen. Die letzteren, die Fibrae propriae der Rinde, sind am ausgewachsenen Gehirne ungemein zahlreich, überall spannen sie sich von Windung zu Windung, zur zunächstliegenden und zu entfernteren, ganze Lappen verbinden sie unter einander. Der Gedanke liegt nahe, dass diese „Associationsfasern“ erst durch die Einübung zweier Hirnstellen zu gemeinsamer Action entstehen, resp. sich als deutlich markumgebene Züge aus der indifferenten Nervenfasermasse herausbilden, wenn sie häufiger als andere Züge in Gebrauch genommen werden. Diese Associationsfasern liegen zum grossen Theile dicht unter der Rinde, zu einem anderen Theil im Marklager der Hemisphären. Ein solches System ist, wie Sie sehen, durchaus geeignet, alle Theile des Gehirnes unter einander in Verbindung zu bringen. Die mannigfachen Associationsvorgänge im Denken, in der Bewegung und der Empfindung, denen das Gehirn dient, finden möglicher Weise hier ihr anatomisches Substrat.



Fig. 178.
Schema der Fibrae propriae der Rinde.

Nicht unwahrscheinlich ist es, dass diese Fasern bei der Ausbreitung der epileptischen Anfälle eine wichtige Rolle spielen. Es ist möglich, bei Thieren durch Reizung einer Rindenstelle zunächst Zuckungen in den hierher gehörigen Muskeln, bei Steigerung des Reizes Krämpfe in der ganzen betreffenden Seite hervorzurufen: Krämpfe, deren Verlauf der Anordnung der betreffenden Centren in der Hirnrinde entspricht. Bei der Ausbreitung dieses Reizes wird nie ein benachbarter motorischer Punkt übersprungen. Die Krämpfe befallen, wenn sie sich völlig über die eine Körperhälfte verbreitet haben, unter Umständen (Intensität des Reizes, Disposition des Versuchsthieres) die andere Hälfte. Exstirpation der einzelnen

motorischen Centren bedingt eine Ausschaltung der betreffenden Muskelgruppen aus dem Krampfbilde. Es ist nicht nöthig, dass die Rindenstelle, von der ein solcher Krampfanfall ausgelöst wird, gerade der motorischen Region angehört. Die erzeugten Krämpfe haben die grösste Aehnlichkeit mit dem Bilde der partiellen oder allgemeinen Epilepsie beim Menschen. Bei diesem kennt man, seit den Arbeiten von Hughlings Jackson namentlich, Epilepsieformen, welche mit Zuckungen oder Krämpfen in einem Gliede beginnen und sich zuweilen über mehrere Glieder oder den ganzen Körper verbreiten, im letzteren Falle das ausgeprägte Bild des epileptischen Anfalles darstellend. Das Bewusstsein schwindet, solange der Anfall partiell bleibt, durchaus nicht immer. Nach dem Anfalle bleiben manchmal Lähmungen meist in dem zuerst betroffenen Theile localisirt zurück. Diese partielle oder Rindenepilepsie ist nicht von der klassischen Epilepsie zu trennen. Die letztere stellt wahrscheinlich nur eine in ihren ersten Anfängen rascher verlaufende Form dar.

Doch ist es nicht nöthig, dass die Ausbreitung eines Reizes von einer Rindenstelle auf eine andere oder auf das ganze Gehirn gerade auf dem Wege der



Fig. 179.
Schema des Verlaufes der langen Associationsbahnen.

Fibrae propriae erfolgt. Gar manche Wege bieten sich dar: so der durch das feine Nervennetz an der Oberfläche der Rinde; dann kann ja auch die ganze Rinde gleichzeitig beeinflusst werden durch eine Schwankung des Blutgehaltes ihrer Gefässe, und auch der anderen Wege liesse sich noch mancher finden.

Die Verfolgung der Fibrae propriae zwischen zwei benachbarten Rindenbezirken ist, wenn man sich der Abfaserungsmethode bedient, nicht allzu schwer. Die Darstellung der Verbindungen weiter von einander liegender Rindengebiete ist viel schwieriger und führt gar leicht zu Kunstproducten, welche nur zum Theile dem wirklichen Faserverlaufe entsprechen. Einigermaassen sicher sind nur wenige Züge zu verfolgen. So das Hakenbündel, Fasciculus uncinatus, das Bogenbündel. Fasciculus arcuatus, das untere Längsbündel, Fasciculus longitudinalis inferior, die Zwinge, Cingulum, und wenige andere.

Das Hakenbündel entspringt aus der Rinde des Schläfenlappens, zieht nahe dem ventralen Inselrande nach vorn und zerfährt in den ventralsten Gebieten des Stirnlappens. Figg. 179, 199. Ueber den dorsalen Theil der Insel weg verläuft der Fasciculus arcuatus aus dem caudaleren Theile des Schläfenlappens zur Rinde des Scheitel- und Stirnlappens. Mit ihm ziehen (fraglich) Fasern einher, die im Stirnlappen entspringend in die Rinde des Occipitallappens enden. Fig. 197—200.

Die Zwinge, das Cingulum, ist ein langer Zug, der in der Randwindung — Gyrus fornicatus — von der Rinde des Ammonshornes zu der ventralsten Gegend des Stirnlappens und vielleicht auch zum Riechlappen — Hund und Kaninchen — verläuft. Er besteht wohl (Beevor) aus mehreren Einzeltheilen und ist nicht durch Durchschneidung ganz zur Degeneration zu bringen. Figg. 197—200.

Das untere Längsbündel, der Fasciculus longitudinalis inferior, ein sehr mächtiger Faserzug, verbindet den Schläfenlappen mit dem Occipitalhirne. Figg. 215—217, 181 *Fli.*

Déjèrine, welcher das Bündel besonders genau in seinen Beziehungen zu vielen anderen Theilen der Hirnfaserung studirt hat, sah es in einem Falle von reiner Wortblindheit degenerirt. Sein Verlauf und dieser Befund machen es sehr wahrscheinlich, dass es im Wesentlichen der Vermittlung optischer Eindrücke auf andere Hirntheile dient. Er ist auch bei anderen Primaten vorhanden. Neuerdings sieht sich Flechsig auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Studien gezwungen, dieses Bündel ganz aus der Reihe der Associationsbahnen zu streichen. Es soll nämlich nicht im Schläfenlappen enden, sondern nahe von dessen Spitze hinauf zum Thalamus biegen, so dass es also ein Theil der Radiatio occipito-thalamica wäre.

Mit Recht hebt Sachs hervor, dass eigentlich nur der Schläfenlappen durch lange Züge mit allen Theilen des übrigen Gehirnes in Verbindung steht. In ihm ist, wie die Erfahrungen der Pathologie zeigen, das Klangbild der Sprache localisirt. Der Wichtigkeit, welche diese beim menschlichen Denken habe, entspräche die mannigfach reiche Verbindungsmöglichkeit.

Auf dem Schema der Figur 179 sind die bisher erwähnten langen Associationsbahnen combinirt. Nur ein Zug ist dort nicht aufgenommen, weil es bis vor Kurzem sehr fraglich war, ob er wirklich eine lange Associationsbahn darstelle. Das ist der Fasciculus fronto-occipitalis. Aus dem Markbelage des Hinter- und Seitenhornes des Ventrikels stammend, ziehen seine Fasern in wohl geschlossenem Zuge lateral vom Seitenventrikel nach vorn, immer dicht unter dem Balken und an der dorsalen Kante des Schwanzkernes sich haltend. Figg. 198—200.

Es ist derselbe Zug, den ich früher als Associationsbündel des Schwanzkernes, Fig. 196, bezeichnete. Untersuchungen von Déjèrine, von Rietz und von Muratow haben aber gelehrt, dass es sich hier wirklich, wie es Forel und Onufrowicz vermuthet hatten, um ein Associationsbündel zwischen dem Marke des Occipitallappens und demjenigen des Stirnpoles handelt. Demgemäss werden Sie in den grossen Frontalschnitten durch das ganze Gehirn, welche ich später vorlegen will, das Bündel als Fasciculus fronto-occipitalis markirt finden. Dieser Faserzug ist übrigens wie alle längeren Associationsbündel nur zu geringerem Theile aus

Fasern ganz langen Verlaufes zusammengesetzt, zu weitaus grösserem aus solchen, welche einzelne Abschnitte seines langen Verlaufareals unter einander verbinden.

Man thut ganz gut, alle diese langen Züge als interlobäre Associationsbündel zu bezeichnen und sie solchen gegenüberzustellen, welche einzelne Theile des einen oder anderen Lappens innerhalb des Lappens selbst unter einander verknüpfen. Diese intralobären Züge sind bisher noch wenig studirt. Am besten noch für den Occipitallappen, wo durch Sachs, Wernicke, Viault u. A. Faserbahnen nachgewiesen sind, welche die Rinde in den mannigfachsten Richtungen und Höhen unter einander zu verknüpfen geeignet sind.

Zu diesen Zügen. welche Theile einer Hemisphäre unter sich verbinden, kommen weiter Fasern, welche eine Hirnhälfte mit der anderen Hälfte verknüpfen. Diese Fasern verlaufen fast alle im Balken und in der vorderen Commissur, also quer durch beide Hirnhälften, von einer zur andern ziehend.

Indem ich die makroskopischen Verhältnisse des Balkens, seine allgemeine Gestalt da, wo er frei von anderer Hirnmasse ist, bei Ihnen, meine Herren, als bekannt voraussetzte, bleibt mir nur wenig zur Erläuterung der nebenstehenden Fig. 180 zu sagen übrig.



Fig. 180.
Frontalschnitt durch das Vorderhirn. Schema des Verlaufes von Balken und Commissura anterior.

Sie müssen sich denken, dass ebenso wie auf diesem etwa durch das Chiasma geführten Schnitte die Balkenfaserung querziehend zu sehen ist, auch in dem ganzen Hirngebiete über den beiden Seitenventrikeln solche Fasern laufen. Auch vom Stirnlappen her bekommt der Balken jederseits einen kräftigen Zuzug, der vorn über das Dach des Seitenventrikels, an dessen lateraler Seite zuwächst. Die Balkenfasern aus dem Occipitallappen umschliessen das Hinterhorn dicht wie eine Kappe. Ihre Strahlung wird als Forceps major bezeichnet. Forceps minor nennt man den an der lateralen Seite des Unterhornes zum Schläfenlappen ziehenden Antheil des Balkens. Die Innenseite des Hinterhornes und des Unterhornes ist von einer weissen Markfaserschicht ausgekleidet, dem Tapetum. Vergl. die Schnitte durch die Balkenfaserung, Figg. 197—202 und Figg. 214—217.

Die früher angewendeten einfachen Schnittmethoden liessen diese ganze Schicht als der Balkenfaserung entstammend, gewissermaassen als die medialste Ausstrahlung der Forcepsfasern erscheinen. Neuerdings aber lassen die Untersuchungen der oben, anlässlich des Fasciculus fronto-occipitalis citirten Autoren es wahrscheinlich werden, dass das Tapetum nicht in den Balken einstrahlt, dass es vielmehr die caudalste Ausstrahlung jenes langen Associationszuges ist. Die Ausstrahlung des Fasciculus fronto-occipitalis liegt direct unter dem Epithel des Ventrikels, dem

Hohlraume zunächst und erst nach aussen von ihr liegen die caudalen Balkenstrahlungen.

Immerhin scheinen mir reichlich Balkenfasern beigemischt. Wenigstens decken die relativ geringen Markbündel, welche beim Hunde den Fasciculus fronto-occipitalis bilden, nicht die ganze Menge der Tapetumfasern. Als wichtigster Grund, der das Tapetum vom Balken scheiden liess, erscheint der Umstand, dass man es selbst in Fällen von Balkenmangel erhalten gesehen hat, und dass es bei Balkendurchschneidung nur zu geringem Theil degenerirte.

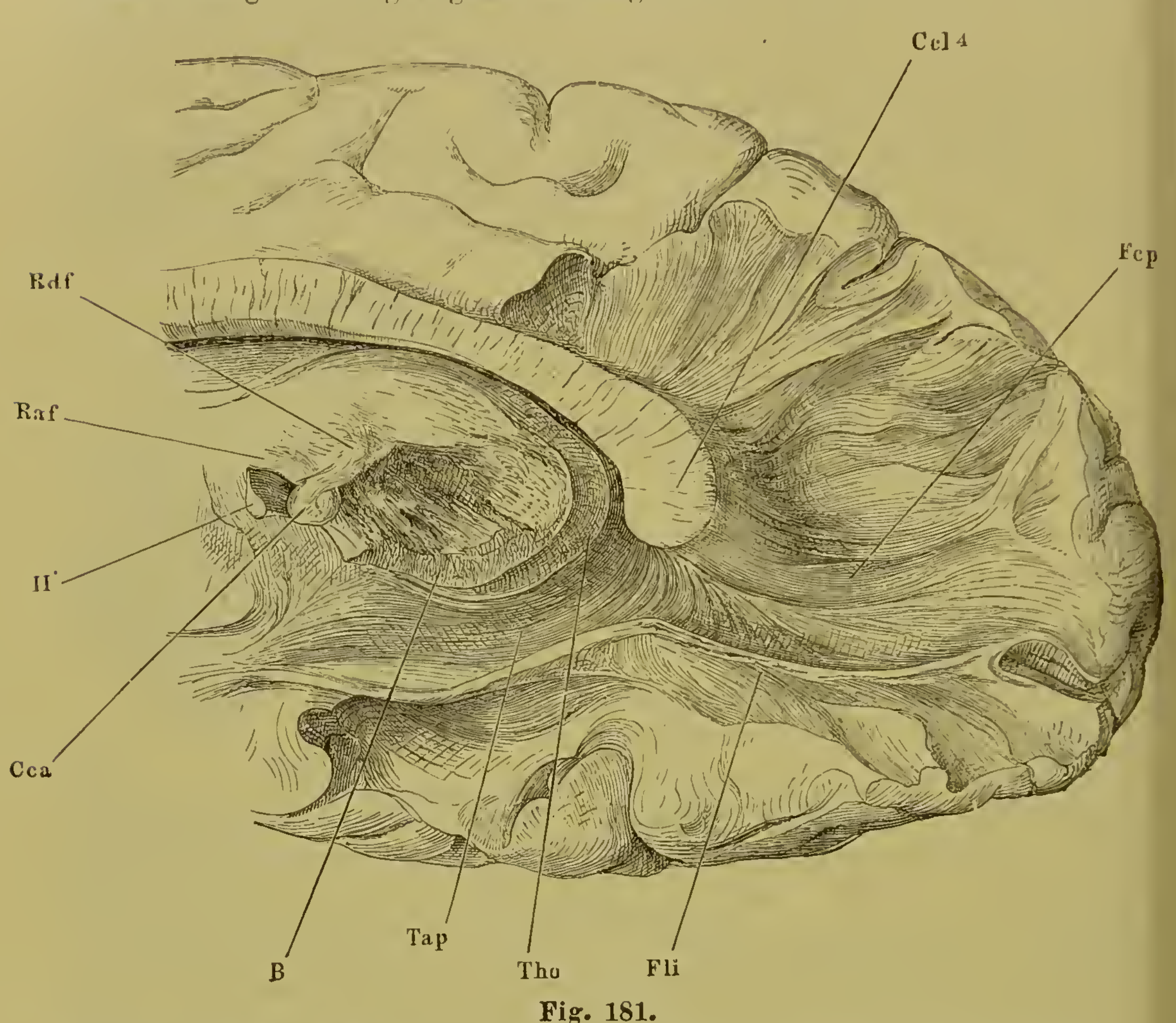


Fig. 181.

Hinterer Theil der rechten Hemisphäre von innen gesehen. Durch Abbrechen mit der Pincette ist die Strahlung des hinteren Balkenendes, Splenium *Ccl⁴*, dargestellt. Die runde Masse unter dem Balken ist der Thalamus opticus *Tho*. An der Wand des ihn umgebenden Ventrikels das Tapetum *Tap*. Auf dem Bilde ist auch ein Theil des Fasciculus longitudinalis inferior *Fli* zu sehen. Der Thalamus hat unter sich den Hirnschenkelfuss *B*. Die anderen Buchstabenbezeichnungen betreffen im Text später zu Erwähnendes: *Rdf* Vicq d'Azyr'sches Büudel, *Raf* Fornix, *Cca* Corpns candicans, *II'* Nervus opticus. *Fcp* Forceps.

Die von der Innenseite des Gehirnes dargestellte Balkenfaserung bietet das vorstehende Bild (Fig. 181) dar, mit dessen Hülfe Sie sich dann leicht eine Gesammtvorstellung von der Balkenstrahlung machen können.

Nur am menschlichen und am Affengehirn ist die Masse der Balkenfasern so gross, wie sie eben geschildert wurde. Schon beim Hunde, deutlicher noch beim Kaninchen, ist der Balken wesentlich kürzer und

dünner, bei den Fledermäusen beschränkt er sich nur auf wenige Fasern und bei den Aplacentaliern fehlt er überhaupt. Das hängt ab von der Entwicklung der nicht zum Riechapparat gehörigen Mantelgebiete. Denn diese allein sind durch Balkenfasern unter sich verknüpft.

Aber auch die Theile des Riechhirnes besitzen Verbindungen. Diese liegen unter dem Balken. Am besten studiren wir diese zunächst an einem ganz balkenlosen Gehirne. Auf dem Frontalschnitte durch das Vorderhirn eines Beutelthieres, den Figur 182 abbildet, erkennen Sie, dass zwei mächtige Querstreifen die rechte und linke Hälfte verknüpfen. Der dorsalere, welcher zwischen den Ammonshörnern verläuft, ist das Psalterium, der ventraler gelegene ist die Commissura anterior. Wenn Sie den Schnitt etwa mit Figur 200 vergleichen, so sehen Sie, dass die ganze mächtige Gehirnmasse dorsal von den Ammonshörnern dem Beutelthiere fast fehlt. Wir haben hier ein echtes Riechhirn vor uns. Wenn wir uns in diesen Typus die Balkenfasern hineindenken, so müssten wir sie über das Psalterium zeichnen, wo dann das auf ihnen liegende Ammonshorn zu dem dünnen Streifen der Stria longitudinalis Lancisii reducirt würde.



Fig. 182.
Frontalschnitt durch das Gehirn von Perameles, nach Elliot Smith.

Die Commissura anterior besitzt Abtheilungen zu allen mit dem Rhinencephalon zusammenhängenden Gebieten. Ihr vorderer Schenkel entspringt im Lobus olfactorius der einen Seite und zieht an der Hirnbasis hufeisenförmig gekrümmt hinüber zum Lobus der anderen Seite. Ein caudaler Schenkel verbindet die Lobi cornu Ammonis oder doch die Rindengebiete, welche direct lateral von der Ammonseinrollung liegen, und schliesslich kennen wir schon für viele Säuger einen aufsteigenden Ast der vorderen Commissur, der, in der Capsula externa verlaufend, geeignet ist, den dorsalen Theil der Randwindung mit dem gegenüberliegenden zu verbinden.

Die Commissura anterior hat schon früher anlässlich der Schilderung des Riechapparates eine Darstellung erfahren. Beim Menschen zieht sie als kräftiges Faserbündel nahe dem Boden des Ventrikels vor den Fornixschenkeln daher. Sie lässt sich nicht so, wie oben in der halbschematischen Figur angedeutet, auf einem Querschnitte verfolgen. Ihre Fasermasse krümmt sich vielmehr, indem sie das Corpus striatum durchzieht, beider-

seits im Halbkreise nach unten und hinten und verliert sich im caudalsten Marke des Lobus temporalis. Auf Fig. 189 ist dieser Bogen rechts und links aussen unter dem Nucleus lentiformis angeschnitten.

Der grösste Theil der vorderen Commissur beim Menschen führt nur Fasern, welche rückwärts bis in die Gegend lateral von den Ammonshörnern, vergl. Fig. 177, verfolgt werden können. Von der Riechlappencommissur ist nur ein kleines Bündelchen — man sieht es in Fig. 180 oben rechts abwärts ziehen — nachgewiesen.

Das Psalterium enthält die Fasern, welche aus einem Ammonshorn in das andere ziehen, dann solche, die aus einem Ammonshorn entspringend da kreuzen, aber dann zu Längszügen geordnet andere Bahnen — thalamuswärts gerichtete — einschlagen, die Fornixbahnen nämlich. Beim Menschen ist diese ganze Masse nur eine relativ dünne Schicht über dem Ventrikel, dicht an die Unterseite des Balkens angeklebt, bei Thieren mit mächtigen Ammonswindungen ist das Psalterium entsprechend stärker entwickelt. Vergl. Figg. 182, 197, 203—205.

Die ganzen **Verbindungen des Riechapparates** liegen innerhalb des Vorderhirnes. Ehe wir uns nun zu den weiter caudal gelegenen Abschnitten wenden, wollen Sie sich noch mit diesen Fasersystemen bekannt machen, welche dem Vorderhirn niederer Thiere als mächtiger Apparat eingelagert sind, aber auch beim Menschen in allen Hauptbestandtheilen sich nachweisen lassen.

Sie erinnern sich, dass die den Nasenepithelien entstammenden Riechnervenfasern zunächst im Bulbus olfactorius enden. Dann, dass von dort eine neue Bahn, die Riechstrahlung entspringt, welche in mehreren Zügen an der Unterseite des Gehirnes einherzieht, um in dem Lobus olfactorius anterior und posterior zu verschwinden. Beide Lappen sind beim Menschen kaum noch angedeutet, man sieht da die Riechstrahlung in der grauen Masse an der Hirnbasis verschwinden. Diese Endstätten der secundären Riechbahn sind durch Faserzüge mit der Ammonswindung und mit einzelnen Theilen des Thalamus verknüpft.

Das Ammonshorn ist mit den Riechlappen verbunden durch die mediale Riechstrahlung. Als Tractus cortico-olfactorius septi haben wir sie zuerst bei den Reptilien auftreten sehen, und in Fig. 184 finden Sie auch den grössten Theil ihres Verlaufes sichtbar. Bei den höheren Säugern und bei dem Menschen ist aber der Zug nicht so ohne Weiteres zu erkennen wie bei dem Marsupialengehirne der Fig. 183, oder in Fig. 166. Aber es ist doch Zuckerkandl sein Nachweis in völlig befriedigender Weise und namentlich auch ganz unabhängig von den — viel jüngeren — vergleichend anatomischen Erwägungen geglückt. Er hat ihn Riechbündel des Ammonshornes genannt.

Der grössere Theil stammt jedenfalls aus dem Marke des Riechfeldes. Der mächtige Faserzug entspringt an der Unterseite des Gehirnes in der Rinde des Riechfeldes, wendet sich dann über dieses hinweg medialwärts (s. Fig. 164 u. 184) und zieht unter dem Gyrus subcallosus, Fig. 157 u. 159, hinweg hinauf zum Septum

pellucidum dorsalwärts. Im Septum sehe ich einen Theil der Fasern kreuzen, einen anderen direct sich rückwärts begeben. Beide Bündel vereint treffen am caudalen Septumrande auf den Fornix und verlaufen in ihm rückwärts weiter bis zum Marke des Ammonshornes.

Für das Folgende vergl. bes. Fig. 183.

Der Riechlappen und das Riechfeld haben im Wesentlichen die Zuzüge aus dem Bulbus olfactorius, also Riechnervenbahnen zweiter Ordnung aufgenommen. Sie haben in früheren Vorlesungen erfahren, dass diese beiden Hirntheile von den Fischen an aufwärts überall vorhanden sind.

Der Lobus pyriformis und das Ammonshorn aber sind Hirntheile, die zwar mit dem Riechapparate zusammenhängen, durch ihren Bau aber sich als eigene mächtige Gebiete characterisiren, welche in sich die allermannigfachsten Associationen u. s. w. herstellen können.

Sie sind höchst wahrscheinlich, dafür spricht auch ihre ganze Grössenentwicklung — die Rindenfelder für den Geruch.

Sehen wir nun näher zu, welche Bahnen sie aufnehmen, welche anderen sie aussenden.

Durch das Riechbündel einerseits, durch oberflächliche in der Tangentialfaserschicht verlaufende Fasern andererseits erhält also das Rindenfeld des Geruches seine Bahnen. Es sendet aber auch welche aus. Diese sammeln sich an seinem medialen Rande als Fimbria, Fig. 177, und ziehen nun frontalwärts. Bald erkennt man, dass sie mindestens zwei verschiedenen Systemen angehören. Ein grosser Theil nämlich trennt sich am vorderen Ende der Ammonswindung und auch schon etwas weiter caudal ab und zieht hinüber zum Ammonshorne der anderen Seite. Diese Verbindungsfasern heissen in ihrer Gesammtheit Psalterium. Es sind das die medialer liegenden Fasern. Aus den lateraleren aber sammelt sich ein weiteres Bündel. Zumeist längsgerichtete Züge treten hier nach vorn, legen sich neben das hier eintretende Riechbündel für eine kurze Strecke an, verlassen es aber bald wieder, um sich nach abwärts der Hirnbasis zu zuwenden. Das ist der Fornix. Er endet in dem Corpus mamillare und auch gekreuzt im Thalamus, nahe der Hirnbasis. Der Fornix ist also der Theil des Markes aus der Ammonswindung, welcher, nicht zu Commissuren verbraucht, dieses Mark mit dem Zwischenhirne verbindet.

Sie wissen, dass die Oberfläche des Balkens von einer atrophischen Verlängerung der Ammonsformation bedeckt ist. Auch aus dieser entwickeln sich Fornixzüge. Sie müssen, um zur Hauptmasse des Fornix zu gelangen, entweder vorn um den Balken herum ventralwärts ziehen, oder auch seine mächtigen Massen durchqueren. Beides geschieht, und so sammelt sich an der Unterseite des Corpus callosum ein weiteres zum Fornix schliesslich ziehendes Bündel. Es heisst Fornix longus. Seine Fasern liegen immer dicht unter dem Balken und wenden sich vorn als die medialsten Bündel der Fornixsäule hinab mit dieser zur Tiefe des Zwischenhirnes.

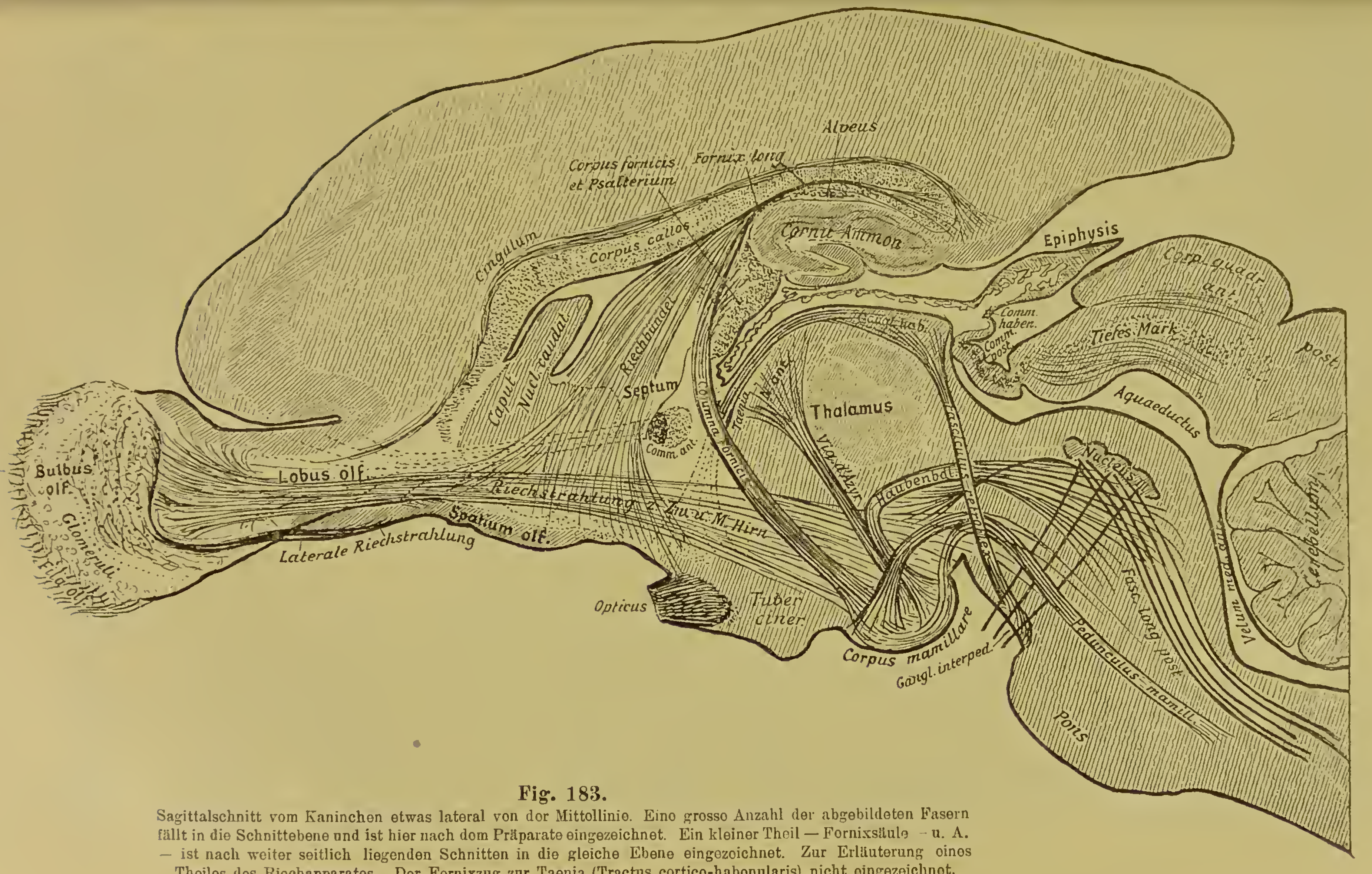


Fig. 183.

Sagittalschnitt vom Kaninchen etwas lateral von der Mittellinie. Eine grosse Anzahl der abgebildeten Fasern fällt in die Schnittebene und ist hier nach dem Präparate eingezeichnet. Ein kleiner Theil — Fornixsäule – u. A. — ist nach weiter seitlich liegenden Schnitten in die gleiche Ebene eingezeichnet. Zur Erläuterung eines Theiles des Riechapparates. Der Fornixzug zur Taenia (Tractus cortico-habenularis) nicht eingezeichnet.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass sowohl der absteigende Fornix als auch der Fornix longus auf dem Wege durch das Psalterium auch Fasern aus der gekreuzten Riechrinde erhält.

Der Riechlappen und der Ammonslappen besitzen noch eine weitere Anzahl von Faserzügen, die sie unter einander oder mit anderen Gegenden zu verknüpfen geeignet sind. So sendet ein langes, im Gyrus fornicatus verlaufendes Faserbündel, das Cingulum, Züge sowohl in den Riechlappen als in die übrigen Theile der Randwindung.

Alle diese Züge gehören den Rindencentren des Riechapparates an. Es giebt aber auch Beziehungen des Riechapparates zum Zwischenhirne, die sehr wichtig sein müssen, weil sie bei allen Thieren, auch solchen ohne Hirnrinde, sich wohl ausprägen und immer und überall nachweisbar sind. Um sie zu verstehen, müssen wir noch einmal zum Marke des Lobus olfactorius zurückkehren. Sie wissen, dass dieses zum guten Theile aus dem Bulbus stammt. Nach hinten setzt es sich ganz direct in das Mark des Riechfeldes fort. Eine Verbindung dieses „tiefen Riechmarkes" haben wir bereits als Riechbündel zum Ammonshorne kennen gelernt.

Das Riechmark besitzt aber noch mindestens zwei weitere Verbindungen. Ein Zug desselben, wesentlich aus feinen Fasern bestehend, läuft rückwärts und kann bis in die Gegend des Corpus mamillare verfolgt werden. Er muss auf seinem Wege die ventralsten Gegenden des Corpus striatum durchbrechen, bezieht aber aus diesen keine Fasern.

Einzelne dieser Fasern gehen noch weiter caudalwärts, bis in die Gegend des Ganglion interpedunculare, vielleicht auch bis in die Schleife.

Ein zweiter Zug, wesentlich aus dem Marke des Riechfeldes in den lateralen Partieen stammend, erhebt sich, am frontalsten Thalamuspole aufwärts steigend, zur Innenfläche des Ventrikels und zieht dieser entlang rückwärts zum Ganglion habenulae. Es ist die Taenia thalami. Fig. 149.

Bei einem Hunde, dem 18 Monate vor dem Tode der ganze Hirnmantel entfernt worden war, und dem infolge davon die ganze Strahlung aus dem Mantel fehlte, war nur die Rinde des Riechfeldes erhalten geblieben. Aus dieser konnte man sehr klar und deutlich die Riechstrahlung rückwärts zum C. mamillare und aufwärts als Taenia thalami zum Ganglion habenulae verfolgen. Die Fasern müssen im Riechfelde selbst ihre Ursprungsstätten haben, denn es war die Taenia nicht entartet, obgleich sie dicht vor dem Ganglion habenulae zufällig bei der Operation beiderseits sehr lädirt worden war.

Auch der früher für die Reptilien geschilderte Tractus cortico-habenularis kommt bei Säugern vor. Er ist von Lotheissen als Fornixzuwachs zur Taenia beschrieben worden.

Mit der Histologie der Hirnrinde und mit den feineren anatomischen Verhältnissen ihres Aufbaues haben sich zahlreiche Forscher beschäftigt. Je mehr bisher da gearbeitet wurde, um so schwieriger erschien die Lösung des Problems. Immer neue, immer verwickeltere Verhältnisse wurden bekannt. Baillarger, Bevan Lewis, Clarke, Meynert, Golgi, Bellonci, S. Ramon y Cajal, Kölliker, Nissl und viele Andere haben die wichtigsten Punkte klarzustellen versucht. Die Rinde des Ammonshornes speciell von Meynert, Kölliker, Henle, Duval, Schaffer, Golgi, Sala, S. R. y Cajal untersucht.

Für die Faserung und die Gesammtauffassung des Riechapparates liegen ältere Arbeiten von Meynert, Ganser, Bevan-Lewis u. A. vor. Die Darstellung im Texte folgt eigenen, gemeinsam mit Dr. Flatow gemachten Untersuchungen. Neuere wichtige Arbeiten stammen von Kölliker, Elliot Smith, C. L. Herrick und von Löwenthal.

Achtzehnte Vorlesung.

Der Stabkranz und die Capsula interna.

M. H.! Aus allen Theilen der Vorderhirnrinde entspringen zahlreiche Fasern, welche das Vorderhirn mit den tiefer liegenden Theilen des Centralnervensystems verknüpfen. Sehr viele dringen in das Zwischenhirn ein, andere lassen sich bis zu den grauen Massen des Mittelhirns und bis zu den Nervenkernen der Brücke verfolgen, in denen sie zunächst zu enden scheinen. Eine Anzahl zieht weiter hinab durch die Kapsel, den Hirnschenkel, die Brücke und das verlängerte Mark bis zum Rückenmarke, wo die Fasern in verschiedenen Höhen in die graue Substanz eintreten.

Fig. 184.

Schema der Stabkranzfaserung; der Stabkranz zum Thalamus besonders berücksichtigt. *U. S.* unterer Stiel.

Diese von der Rinde nach abwärts ziehenden Fasern bezeichnet man in ihrer Gesammtheit als Stabkranz. Sie machen sich kein schlechtes Bild von diesem, wenn Sie sich einmal den Sehhügel losgelöst unter der frei darüber schwebenden Kappe der Hemisphärenrinde denken und nun annehmen, dass von allen Theilen dieser Rinde gegen ihn hin Nervenfasern verlaufen. Von diesen dringen Züge aus dem Stirnlappen, dem Parietallappen, dem Schläfen- und Hinterhauptlappen in ihn ein. Vielleicht auch noch Faserzüge aus der Rinde am Eingange der Fossa Sylvii und welche aus dem Ammonshorne (im Fornix verlaufend). Ein anderer Theil der Züge des Stabkranzes geht aber nicht in den Thalamus, sondern strebt an seiner lateralen Seite vorbei, weiter hinab, tieferen Endstationen zu.

Der Stabkranz setzt sich also zusammen aus Fasern, die zum Thalamus, und aus Fasern, die zu tiefer liegenden Theilen gehen.

1. Zum Thalamus gelangen fast aus der ganzen Rindenoberfläche Fasern, und nicht nur so wenige Bündel, wie das vorstehende Schema zeigt. Diese Fasern vereinen sich nahe am Sehhügel zum Theile zu dichteren Bündeln, welche man als Stiele des Sehhügels bezeichnet.

Monakow hat auf Grund zahlreicher Fälle von secundärer Degeneration nachweisen können, dass jedem der Thalamuskerne eine ganz bestimmte Rindenzone ihre Fasern sendet. Wir werden später noch davon zu handeln haben, heute wollen wir nur einiger der wichtigsten Züge aus dieser Gruppe der Tractus cortico-thalamici gedenken. Da ist zunächst die corticale Schleifenbahn. Sie stammt aus der Gegend caudal von der vorderen Centralwindung und endet in den ventralsten Thalamuskernen. Dorthin gelangen dann aus dem Rückenmarke und der Oblongata die Schleifenfasern. Desshalb dürfen wir in der erwähnten Bahn die Fortsetzung eines beträchtlichen Theiles der sensiblen Strahlung zur Rinde erblicken. Flechsig, der diese Faserung zuerst als Haubenfaserung aus dem Markweiss abgeschieden hat, nimmt an, dass sie nicht im Thalamus ende, vielmehr zu grösstem Theile weiter caudalwärts ziehe, um erst in den Kernen der Hinterstränge zu enden. Jedenfalls ziehen die Fasern auf zwei Wegen in die Gegend der ventralen Thalamusganglien, einmal ganz direct durch die Capsula interna, dann aber zu gutem Theile auch unter Passirung der Laminae medullares zwischen den Innengliedern des Linsenkernes, wo sie sich dann an der medialen Linsenkernkante wieder mit den direct verlaufenden Fasern vereinen. Diese Züge sind nächst dem Olfactorius die ersten, welche sich im Grosshirne mit Mark umgeben. Sie allein sind bei Föten aus dem 8. bis 9. Monate als dünne, weisse Züge in der inneren Kapsel, die zu dieser Zeit grau aussieht, zu erkennen (Fig. 185).

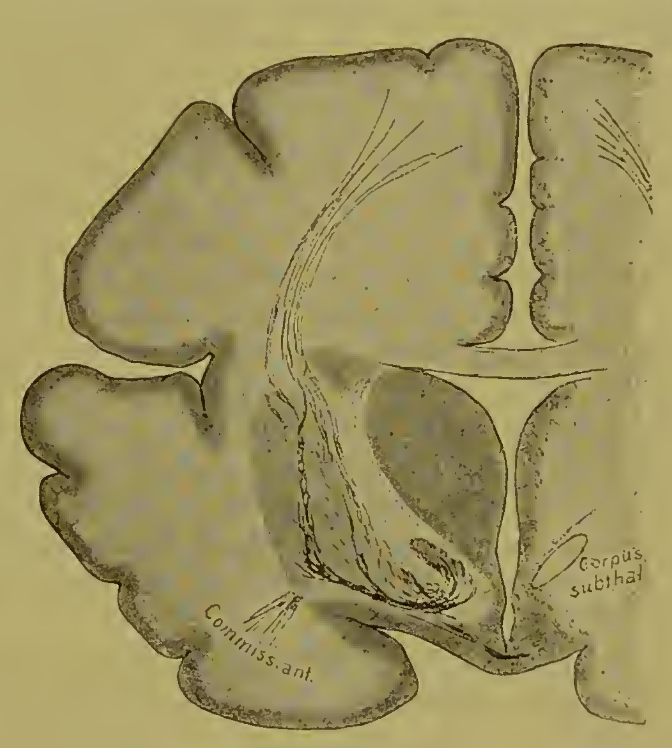


Fig. 185.

Frontalschnitt durch das Gehirn eines Fötus von etwa 32 Wochen. Alle markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin schwarz gefärbt. Haubenstrahlung (oben), Linsenkernschlinge (unten) und vordere Commissur (aussen unten) sind markhaltig. Im Putamen und Nucleus caudatus noch keine markhaltigen Fasern.

Die obenstehende Abbildung zeigt an einem Schnitte durch das Gehirn einer achtmonatlichen Frucht das Verhalten der Haubenfasern zum Linsenkerne. In dieser Entwicklungsperiode sind ausser den gezeichneten Fasern im ganzen Grosshirne noch keine markhaltigen Züge vorhanden. Namentlich fehlen auch die Fasern, welche im Nucleus caudatus und im Putamen selbst entspringen, noch ganz. Nur durch die Untersuchung des fötalen Gehirnes war es möglich, mit Sicherheit das Verhalten von Linsenkern und Haubenstrahlung zu einander zu eruiren.

Im caudalen Gebiete des Thalamus liegt ein Theil der primären Endstätten des Sehnerven. Auch zu ihnen sind die corticalen Zuzüge wohl bekannt. Sie ziehen, aus dem Marke des Hinterhauptlappens sich sondernd, in fast horizontaler Richtung vorwärts und enden in Gangliengruppen des caudalen Thalamusgebietes. Auf Fig. 186 ist dieser Tractus occipito-thalamicus, die „Sehstrahlung" nach einem Horizontalschnitte durch das Gehirn eines 9 wöchentlichen Kindes eingezeichnet.

Ihre Zerstörung beim Menschen führt zu homonymer Hemianopsie, s. unten. Bei Thieren scheint sie von so grosser Wichtigkeit nicht zu sein, denn man kann die Hinterhauptrinde beiderseits zerstören, ohne dass dauernd wirkliche Blindheit eintritt. Auch für den Sehact liegen also die eigentlichen Centren tiefer; er kann fortbestehen, wenn nur diese erhalten sind, er erfährt aber doch eine Beeinträchtigung, wenn die Verbindung dieser Centren mit der Rinde zerstört wird. Am wichtigsten ist diese, wohl psychischen Processen dienende Verbindung beim Menschen, von anscheinend geringerer Wichtigkeit bei anderen Säugethieren; niederen Thieren, den Fischen z. B., fehlt sie ganz. Diese sehen, ohne überhaupt — die Teleostier wenigstens — etwas Anderes als eine dünne Ephitelblase an Stelle eines Grosshirnes zu besitzen. Das Mittelhirn der Fische ist auch im Stande, gewisse „Seherinnerungen" zu bewahren, wie die oben erwähnte Enquete gezeigt hat.

2. In das Mittelhirn gelangen Rindenzüge theils aus dem Occipitallappen innerhalb der eben erwähnten Sehstrahlung, theils aus dem Temporallappen zu den Endstätten der secundären Hörnervenstrahlung. Bis hinauf zu den Ganglien des Mittelhirnes ragt nämlich die aus den Endkernen des Acusticus stammende Faserung. Dort endet sie zunächst, aber aus den Endstätten entwickelt sich der corticale Tractus.

Aber damit ist die corticale Faserung noch nicht erschöpft. Ihre caudalsten Ausläufer gelangen in die Brücke, in die Oblongata und in das Rückenmark.

3. Die Tractus corticis ad pontem zerfallen nach Flechsig in die frontale Brückenbahn aus dem Stirnlappen und die caudale aus dem Occipital- und Temporallappen. Die Fasern enden in der Brücke in mächtigen Ganglien, aus denen dann Arme zum Kleinhirne entspringen.

4. Zu den Kernen der beim Sprechen nothwendigen Nerven in der Oblongata gelangt die Sprachbahn, Tractus cortico-bulbaris. Ihr Ursprung in der Rinde der unteren Frontalwindung, ihr Verlauf durch das Marklager aussen am Schwanze des Nucleus caudatus dahin und ihre Endigung in den betreffenden Kernen ist aus genau secirten, klinisch beobachteten Fällen erschlossen. Direct anatomisch dargestellt ist sie noch nicht. Die Sprachbahn liegt da, wo sie über den vorderen Theil des Nucleus lentiformis dahinzieht, der centralen Hypoglossusbahn sehr nahe. In ihr liegen höchst wahrscheinlich auch die kleinen Züge, welche der willkürlichen Stimmbandbewegung dienen.

5. Die Tractus cortico-spinales entstammen nur der Rinde der Centralwindungen und des Paracentrallappens. Sie ziehen hinab bis in die Seiten- und Vorderstränge des Rückenmarkes, Pyramidenbahn.

Es existiren zweifellos noch eine ganze Anzahl verschiedener Stabkranzsysteme. Für Untersuchungen, die auf ein Finden solcher gerichtet

sind, bilden Gehirne mit frischen apoplektischen Herden ein vortreffliches Material. Ca. 3 Wochen nach dem Eintritte eines solchen Herdes wird man bei Anwendung der Marchi'schen Osmiummethode immer absteigend degenerirende Faserzüge finden können, die weitab vom Herde dahinziehen. (Hoche.)

Auch die Gehirne von Kindern aus den ersten Lebensjahren sind sehr lehrreich. Dort umkleiden sich die Fasern zu verschiedenen Zeiten mit Mark, und am Ende des zweiten Jahres ist, soweit wir jetzt wissen, der ganze Stabkranz markhaltig geworden.

Nach Flechsig erhalten vor den übrigen Theilen des Gehirnes die Sinnescentren ihr Mark. Es tritt die Markscheidenbildung dort meist schon vor der Geburt oder doch in den ersten Lebenswochen ein. Die Entwicklung geschieht aus der Tiefe rindenwärts und zwar zuerst zur Rinde der Centralwindungen, besonders der hinteren Windung, also zu den sog. motorischen Centren. Dann zur Rinde des Cuneus und der ersten Occipitalwindung, dem Gebiete, in welches wir die Sehcentren verlegen, und in die Querwindungen des Schläfenlappens, die vielleicht dem Gehörsinne zugeordnet sind. Ausserdem erhalten sehr früh die dem Riechhirne angehörigen Rindentheile, die meisten Theile der Randwindung und des Ammonshornes ihr Mark. Ein geringer Theil der Sinnescentren, so die erste Schläfenwindung, erhält sein Mark erst 1—2 Monate nach der Geburt.

Von den „Sinnescentren" möchte Flechsig scharf einige Hirntheile trennen, welche keine oder relativ wenig Stabkranzfasern hätten und zu wesentlich späteren Zeiten ihre Markscheiden ausbilden. So erhalten die obere und die mittlere Stirnwindung, dann die mittlere und untere Schläfenwindung, ferner die untere Parietalwindung und ein Stück des Gyrus fornicatus ihr Mark erst 3—4 Monate nach den vorhin genannten Hirntheilen. Diese und einige andere Rindengebiete, welche schon etwas früher ihr Mark erhalten, nennt F. „Associationscentren", weil sie im Wesentlichen nur Associationsfasern, die aber auch in allen anderen Centren nicht fehlen, enthalten. Es ist aber von verschiedenen Seiten nachgewiesen, dass auch von diesen Hirntheilen mindestens zum Thalamus Stabkranzfasern gehen. Ueberhaupt hat es nicht an Widerspruch gegen diese ganze Eintheilung der Rindenoberfläche in Associations- und Projectionsfelder gefehlt, zumal ihr Urheber daran eine Hypothese des geistigen Geschehens knüpfte, die vielfach anfechtbar scheint.

Diese ganze Frage ist noch durchaus im Flusse, aber sie erscheint mir wichtig genug, dass ich wenigstens referirend Ihnen davon Mittheilung machen sollte.

Sie sehen, auch schon die kurze Beschreibung, welche ich Ihnen von den im Markweiss verlaufenden Zügen hier geben konnte, lässt dieses als recht complicirt gebaut erscheinen. In der That zeigen Schnitte, an irgend einer Stelle angelegt, nie oder fast nie eines der Systeme allein, fast immer sind mindestens durchkreuzende Fasern, aus den Associationsbündeln oder auch aus dem Balken stammend oder aus den anderen Commissurensystemen, vorhanden, vielleicht spielen auch die Collateralen, deren Abgang aus Fasern des Stabkranzes bei der Maus leicht durch die Golgimethode nachweisbar ist, hier eine Rolle bei der Complicirung. Immerhin erkennen Sie schon jetzt, wie sich das Hirnbild belebt, wenn Sie sehen, dass aus den einzelnen Rindenarealen ganz bestimmte Faserzüge zu ganz bestimmten Endpunkten gerathen.

Auf ihrem Wege nach abwärts treten die Stabkranzfasern in wichtige Beziehungen zu dem Corpus striatum und dem Thalamus opticus.

Sie convergiren naturgemäss und gelangen so in den Raum lateral vom Thalamus. Die Fasern aus den vorderen Hirntheilen müssen, um dahin zu kommen, das Corpus striatum durchbrechen. An dem vorstehenden, horizontal durch das Grosshirn gelegten Schnitte wird Ihnen das klar werden.

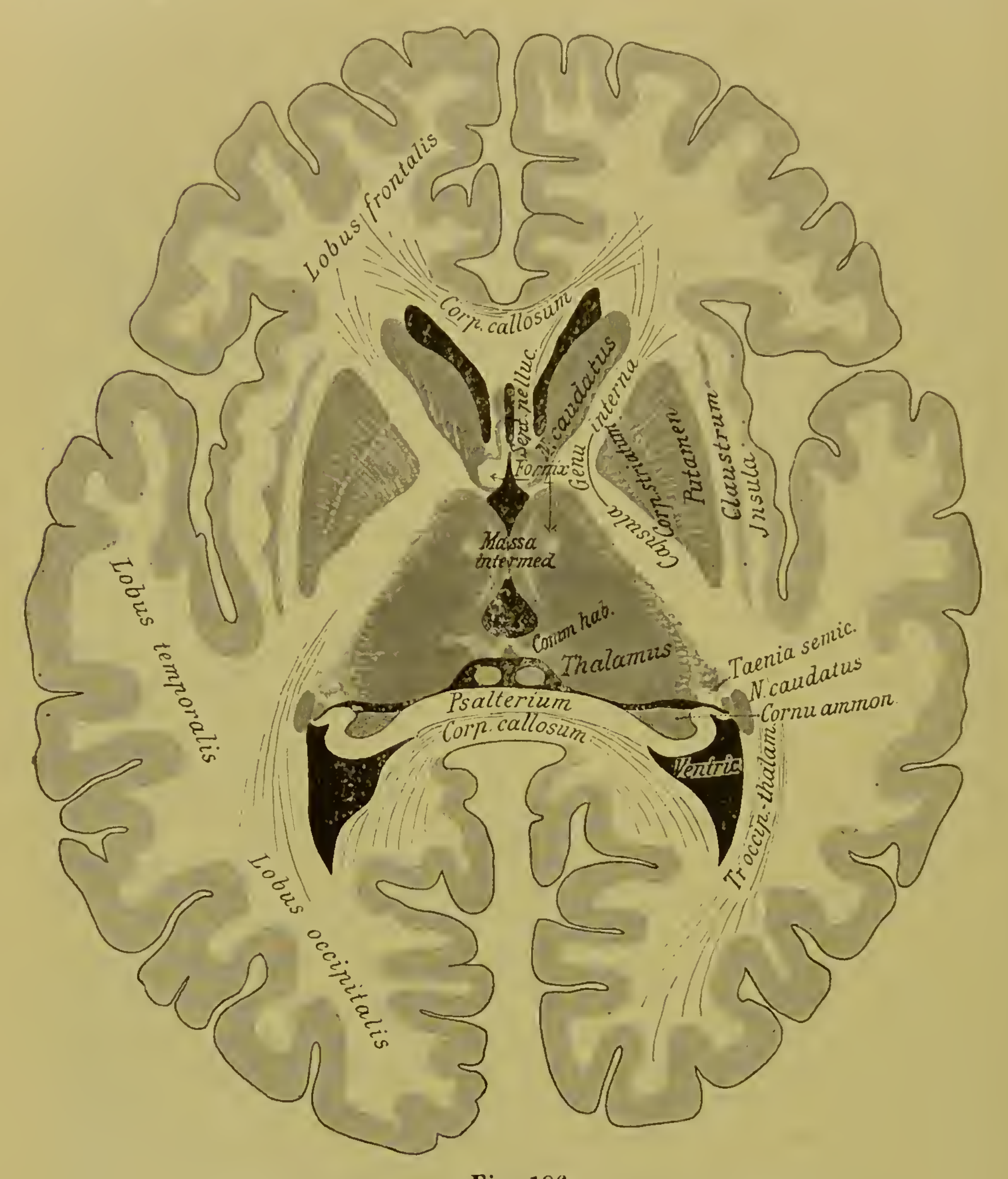


Fig. 186.

Horizontalschnitt durch das Gehirn, nach den Seiton etwas abfallend.

Er ist etwa einen Finger breit unter dem in Fig. 149 gezeichneten angelegt. Sie müssen sich vorstellen, dass die beiden Halbkugeln der Hemisphären zum Theile abgetragen sind, und dass deren Stabkranzfaserung in den knieförmig gebogenen weissen Streif der inneren Kapsel von oben her zog. Die Antheile der Kapsel ans dem Stirn- und Hinter-

hauptlappen fallen zum Theile in die Schnittebene. — Nur wenige Worte zur Erläuterung dieses Schnittbildes.

Stirnlappen, Hinterhaupt- und Schläfenlappen erkennen Sie sofort. Der letztere legt sich vor den Stammlappen und verbirgt so zum Theile die Insula. Wie in Fig. 149, sehen Sie vorn den quer abgeschnittenen Balken, ihm sich anschliessend das Septum pellucidum, an dessen hinterem Ende die Fornixsäulen aufsteigen.

Vorn, nach aussen vom Septum, liegt der diesmal angeschnittene Kopf des Nucleus caudatus. Sein Schwanz, der auf Fig. 149 längs dem Thalamus einherzog, ist nicht zu sehen. Er ist in der weggenommenen Hirnpartie enthalten. Nur ganz hinten aussen, nahe am Ammonshorne, sehen Sie noch ein Stück von ihm. Wie das zu Stande kommt, zeigt die folgende Skizze, welche einen frei präparirten Nucleus caudatus darstellt.

Der Schwanz des Nucleus caudatus krümmt sich nämlich in leichtem Bogen um den ganzen Hirnstamm und ist bis fast in die Spitze des Unterhornes zu verfolgen. Der ganze Kern muss also auf jedem Horizontalschnitte, wie ihn z. B. die Linie *a b* der Fig. 187 darstellt, in den tieferen Ebenen des Gehirnes zweimal getroffen werden.

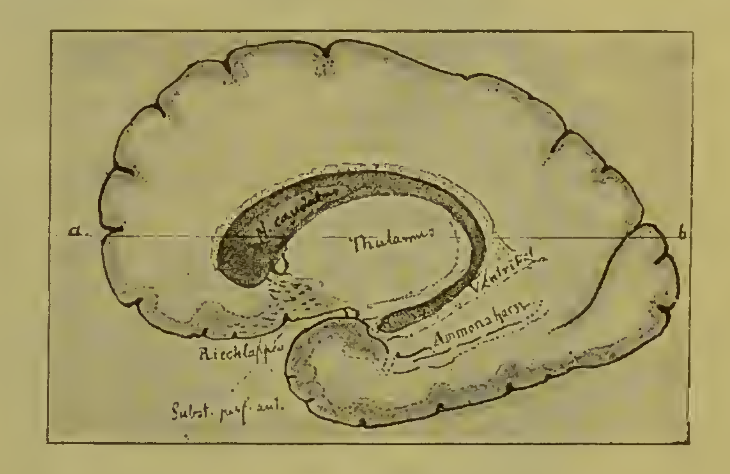


Fig. 187.
Nucleus caudatus in seiner ganzen Länge frei gelegt (schematisirt).

Bei den Säugern existirt ein kleiner Faserzug, welcher lateral vom Schwanzkerne auf dessen ganzer Länge einherzieht. Er beginnt vor dem Kopfe des Ganglions mit wenig Fasern, die aus diesem selbst zu kommen scheinen, verstärkt sich weiter hinten mehr und mehr, nimmt dann aber wieder, entsprechend der Dünne des Schwanzes, ab und ist nicht weiter als das Ganglion selbst zu verfolgen. Das Bündel liegt in dem Winkel, den die Schwanzkernoberfläche mit dem Ventrikeldache macht, und wird von Balkenfasern direct überstrahlt. Seine Fasern scheinen mir aus dem Schwanzkerne selbst zu kommen und in ihn wieder zurückzukehren. Assoeiationsbündel des Nucleus candatus. (Sachs.) Ich kann es aber nicht scharf trennen von dem fronto-occipitalen Assoeiationsbündel, das ihm dicht anliegt.

Nach aussen vom Kopfe des Nucleus caudatus sehen Sie dicke Faserzüge. Sie kommen von der Rinde des Stirnlappens und enthalten den betreffenden Theil des Sehhügel-Stabkranzes und die Stirnhirn-Brückenfasern.

Diese Fasermasse muss, wie Sie aus der Abbildung Fig. 186, ersehen, um zum Thalamus und in die Brücke zu gelangen, das ihr im Wege liegende Ganglion des Corpus striatum durchschneiden. Der Theil, der nach innen liegen bleibt, ist eben der Nucleus caudatus, der Theil, der nach aussen zu liegen kommt, ist der Nucleus lentiformis. Beide sind

übrigens durch die Fasern aus dem Stirnhirne nicht absolut von einander geschieden; es ziehen vielmehr zahlreiche Verbindungsbrücken zwischen ihnen hin. Die genannten Stabkranzfasern zum Thalamus, die Stirnhirnbrückenfasern, die Züge zwischen dem Kopfe des Schwanzkernes und dem Linsenkerne, schliesslich noch Fasern aus dem Schwanzkerne zu dem Thalamus und dem Linsenkerne, alle diese Fasern zusammen constituiren die in unserem Horizontalschnitte getroffene weisse Fasermasse der Capsula interna.



Fig. 188.
Frontalschnitt durch das Vorderhirn dicht hinter den Fornixsäulen. Frontaler Abschnitt der Capsula interna.

An diesem Horizontalschnitte wäre noch mancherlei früher Erwähntes genauer zu studiren. So wollen Sie caudal vom Thalamus die mächtige Querfasermasse beachten. Sie gehört wesentlich dem Balken an, dessen durchschnittenes Knie hier beiderseits in die Wand der Seitenventrikel ausstrahlt. Aber die frontaleren Fasern sind nicht Balkenfasern, sie verbinden die Ammonswindungen, sind also das Psalterium, dem beiderseits noch die Fimbrien anliegen, das Ammonsmark, welches den Fornix aussendet.

Der Fig. 188 abgebildete Frontalschnitt soll das Bild ergänzen, welches der Horizontalschnitt von diesen Verhältnissen gab. Er trifft, sehr weit vorn liegend, wesentlich die Ganglien des Corpus striatum und zeigt ebenfalls deutlich die sie trennenden Fasern der Capsula interna.

Gestalt und Lage des Nucleus caudatus werden Ihnen wohl jetzt klar sein, schwerer wird es Ihnen fallen, von der eigenthümlich keilförmigen Figur des Linsenkernes sich ein Bild zu machen. Das Studium des Horizontalschnittes und des Frontalschnittes, Fig. 189, wird Ihnen dabei von Nutzen sein. Diesem Ganglion lagern nach innen zu noch zwei weitere, etwas heller graue Ganglienmassen an, die in enger Faserverbindung mit ihm stehen. Man spricht daher gewöhnlich von dem dreifach gegliederten Linsenkerne, wobei das breite dunklere äussere Glied, das Putamen,

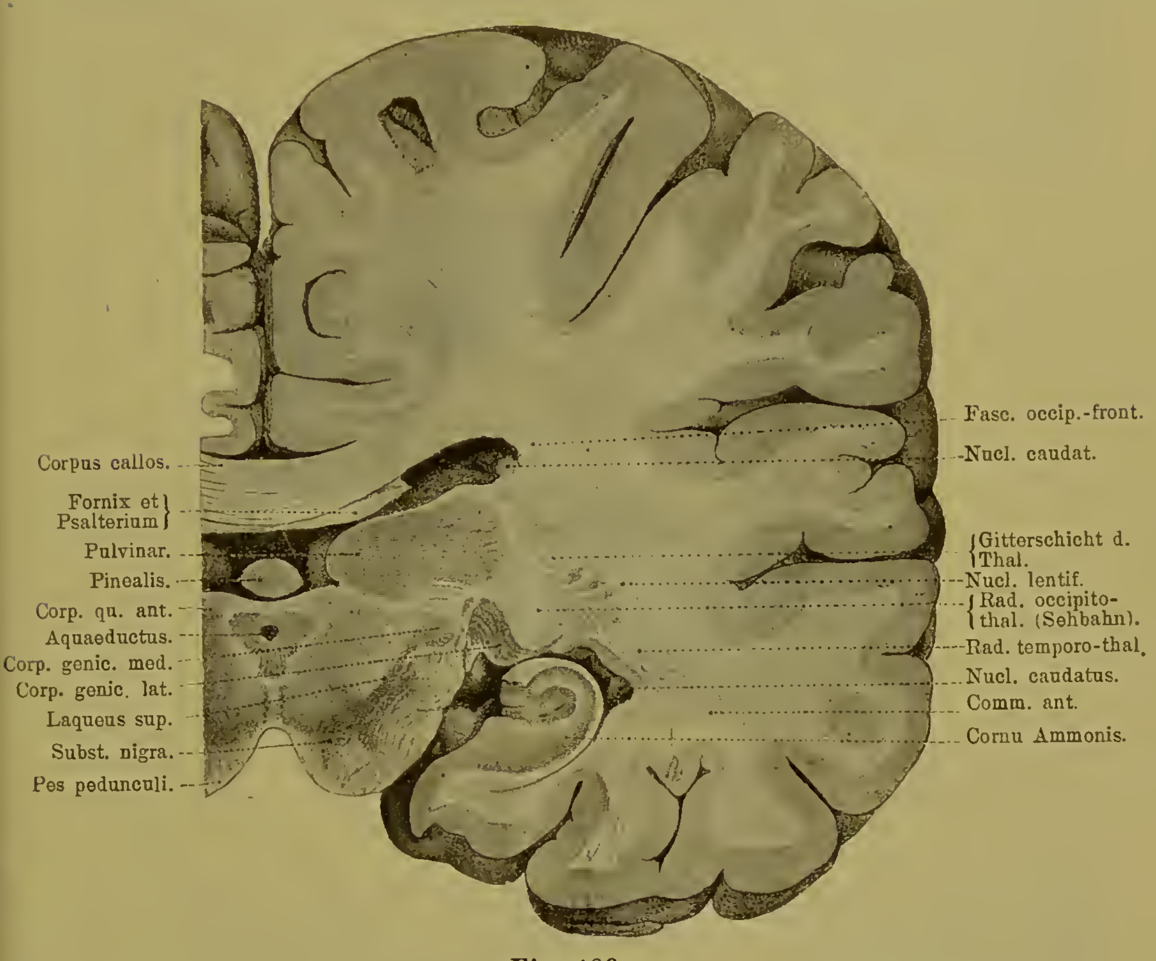


Fig. 189.

Frontalschnitt durch das Vorder- und Zwischenhirn. Caudalster Abschnitt der Capsula interna, direct dorsal vom Ammonshorn.

wahrscheinlich allein dem Nucleus caudatus morphologisch gleichwerthig ist. Dieser sendet seine Fasern, wie oben angedeutet wurde, durch den vorderen Schenkel der inneren Kapsel zu den zwei inneren Gliedern des Linsenkernes und durch sie hindurch weiter hinab. Ganz ebenso verlaufen auch die Fasern des äusseren Gliedes des Linsenkernes.

Nach aussen vom Corpus striatum liegt die Rinde der Insula Reili In dem schmalen Streifen weisser Substanz, der zwischen Rinde und Ganglion liegt, in der Capsula externa, ist noch eine Ganglienzellenanhäufung, das Claustrum, eingelagert, die anatomisch sich etwas von

der benachbarten Rinde unterscheidet und ventral sich bis in das Riechfeld erstreckt.

Hinter dem Nucleus caudatus geht der Horizontalschnitt, Fig. 186, durch den Thalamus, das Zwischenhirn. Vor diesem entsteigen die Fornixsäulen der Tiefe; die Massa intermedia, ein dünnes Band aus grauer Masse, spannt sich zwischen beiden Sehhügeln aus. Nach aussen vom Thalamus liegt der hintere Schenkel der inneren Kapsel. Die Stelle, wo beide Schenkel zusammenstossen, hat man Knie der Kapsel genannt. Prägen Sie die eigenthümliche, im Winkel abgebogene Form der Capsula interna Ihrem Gedächtnisse wohl ein. Die Lage der einzelnen Stabkranztheile zu den beiden Winkeln ist wahrscheinlich annähernd constant und desshalb klinisch überaus wichtig. Im hinteren Schenkel liegt, meist nicht weit vom Knie, die Faserung aus der moto-

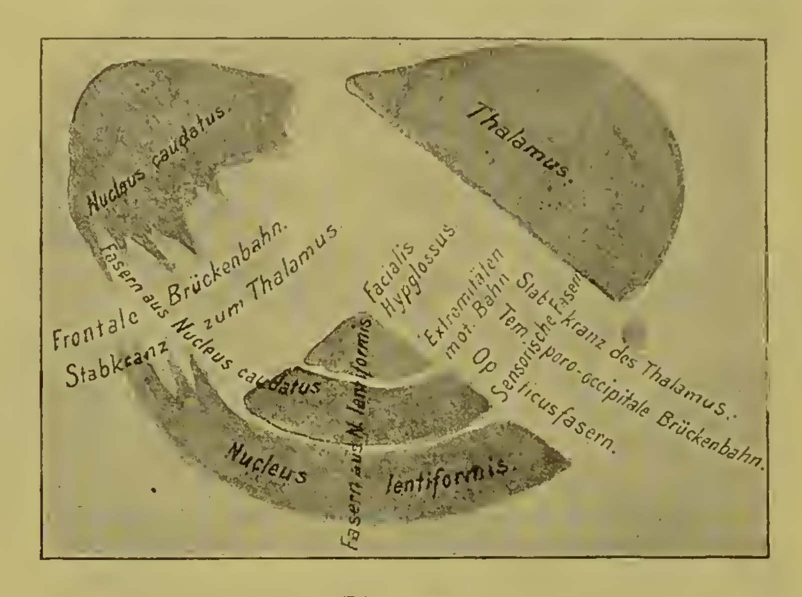


Fig. 190.

Schema der Capsula interna, in welches die Lage der meisten Faserzüge, welche in sie eingehen, eingeschrieben ist.

rischen Zone für die Extremitäten (Pyramidenbahn), dicht vor ihr Züge, die zum Facialis- und Hypoglossuskern in Beziehung stehen und aus dem unteren Ende der vorderen Centralwindung stammen.

Hinter der Pyramidenbahn werden, etwa im letzten Drittel des Schenkels oder etwas mehr nach vorn, die als Haubenstrahlung bezeichneten Züge getroffen, und nach hinten sich ihnen anschliessend liegt der Zug aus dem Occipitallappen zum Opticusursprung. In dieser Gegend müssen sich, klinischen Thatsachen zufolge, auch Fasern von der Temporalrinde zum Acusticuskern befinden und auch solche vertreten sein, welche irgendwie zum Geruch in Beziehung stehen. So treffen im letzten Drittel des hinteren Schenkels der inneren Kapsel alle Fasern für das Gefühl und die Sinnesnerven zusammen. Ausserdem aber liegen hier noch Stabkranzfasern zum Thalamus aus der Schläfen- und Occipitalrinde und die temporo-occipitale Brückenbahn.

Einen Horizontalschnitt durch diese Region bringt Figur 190.

Die Figur 191 giebt die Lage der einzelnen, die Capsula interna zusammensetzenden Züge zu einander schematisch wieder.

Alle diese Fasermassen streben also aus der Rinde convergirend zusammen nach der Gegend, welche lateral vom Thalamus liegt. Ein Theil von ihnen tritt in den Sehhügel ein (Stabkranz des Sehhügels), ein weiterer zieht unter den Thalamus, wo er in Ganglien endet, oder weiter hinab zum Rückenmark. Erkrankungsherde, welche in dem Centrum semiovale liegen, müssen daher einen Theil der Stabkranzfasern treffen. Sie machen durchaus nicht immer Symptome, welche eine Unterbrechung der Leitung von der Rinde zur Peripherie vermuthen liessen. Wahrscheinlich desshalb, weil gröbere, unserer heutigen Diagnostik zugängliche Ausfallsymptome nur entstehen, wenn die ganze betreffende Bahn zerstört wird. Es scheint, dass ein kleiner Rest ausreicht, den Willensimpuls von der Rinde zu den tieferen Sectionen zu leiten, resp. Empfindungen von der Peripherie zur Rinde zu führen.

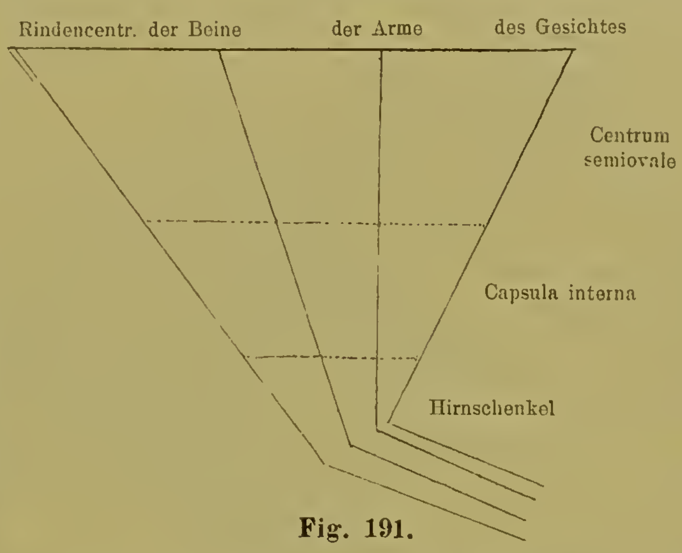


Fig. 191.

Namentlich bleiben Herde, die nicht im Marklager unter den Centralwindungen liegen, oft symptomlos, d. h. Herde, welche die Rinden-Brückenbahnen treffen. Herde aber, welche die Pyramidenbahn treffen, erzeugen Lähmung der gekreuzten Körperhälfte. Erkrankungen im Marklager unter der unteren Stirnwindung führen oft zu Aphasie. Uebrigens sind eine Anzahl Fälle bekannt, die es sehr wahrscheinlich machen, dass Unterbrechung der Haubenstrahlung zu halbseitigem Sensibilitätsverluste führen kann. Zwei von mir neuerdings beobachtete Fälle lehren, dass Schmerzen, welche nach Apoplexien auftreten, zuweilen durch Nachbarschaft von Erkrankungsherd und Haubenstrahlung erklärt werden können.

Es scheint ziemlich sichergestellt, dass Erkrankungen, welche die Gegend hinter dem Knie der Kapsel treffen, resp. die Fasern dort leitungsunfähig machen, die Bewegungsfähigkeit der ganzen gekreuzten Körperhälfte aufheben, dass Herde, die in den beiden letzten Dritteln des hinteren Schenkels sitzen, die Sensibilität der gegenüberliegenden Körperhälfte zerstören oder doch sehr beeinträchtigen. In den meisten Fällen leidet auch der Gesichtssinn Noth, und wahrscheinlich zuweilen auch das Gehör. Die Störung des Gesichtssinnes tritt in Form der Hemiopie auf.

Wenn Sie bedenken, dass, wie ich wiederholt erwähnte, alle Fasern radiär von der Rinde nach der Kapsel zusammenstrahlen, so wird es Ihnen leicht begreiflich sein, dass in der Kapsel schon kleine Herde dieselben Syptome machen können, wie grössere im Centrum semiovale, oder noch ausgebreitetere in der Rinde. Hier liegen eben die Fasern enge beisammen, die dort über einen grösseren Raum ausgebreitet sind. Fig. 191. Beispielsweise wird ein sehr ausgedehntes Rindengebiet (beide Centralwindungen und die dicht an sie grenzenden Partieen der Stirn- und Parietalwindungen) ausfallen müssen, wenn complete gekreuzte Hemiplegie entstehen soll. Im Centrum semiovale dürfte schon ein kleiner Herd im Marklager

unter den Centralwindungen denselben Effect haben. In der inneren Kapsel aber reicht die Zerstörung einer kleinen Stelle im hinteren Schenkel allein aus, um den Symptomencomplex hervorzurufen. Bei Hemiplegien wird man desshalb immer zunächst an Herde, die der inneren Kapsel benachbart sind oder in ihr liegen, denken, wenn nicht andere Symptome ganz direct auf andere Hirngebiete hinweisen. Hemiplegien nach Rindenherden sind sehr selten, Hemiplegien, die vom Mittelhirne oder von noch tiefer liegenden Stellen ausgehen, noch viel seltener und meist mit Hirnnervensymptomen verknüpft, welche auf ihren Sitz hinweisen.

Andererseits lehrt uns die anatomische Betrachtung und die klinische Erfahrung, dass cerebrale Affectionen einzelner Körpertheile, einer Hand z. B., nur sehr selten von Herden in der Kapsel erzeugt werden, eben weil da die Fasern bereits so dicht zusammengeflossen sind, dass ein Erkrankungsherd kaum einzelne isolirt treffen kann. Wohl aber entstehen nicht allzu selten von der Rinde aus Monoplegien und Monospasmen. Dort kann ein Herd schon relativ gross sein, ehe er ein benachbartes Centrum trifft. Das vorstehende Schema wird Ihnen das Gesagte leicht einprägen. Es zeigt, warum Monoplegien häufiger von der Rinde, Hemiplegien häufiger von tiefer gelegenen Hirntheilen ausgehen, denn man sieht auf den ersten Blick, dass ein Herd von bestimmter Länge in der Rinde leicht nur ein Centrum, weiter unten die Fasern aus vielen Centren treffen kann.

Welche Syptome eintreten, wenn allein Associationsfaserstränge erkranken, ist wegen der Nachbarschaft dieser Fasern zum Stabkranze bislang nicht zu eruiren gewesen. Wahrscheinlich gehören gewisse Formen der Sprach-, Lese- und Hörstörungen hierher. Auch über Symptome bei Functionsausfall des Balkens wissen wir wenig. Es scheint, dass er unter Umständen ganz zerstört werden kann, ohne dass Störungen der Motilität, der Coordination, der Sensibilität, der Reflexe, der Sinne, der Sprache eintreten, ohne dass sich irgend erhebliche Störung der Intelligenz zeigt. Gelegentlich wurde bei Balkenerkrankung unsicherer Gang ohne eigentlichen Schwindel oder Ataxie beobachtet.

Von den Stabkranzfasern bleibt also ein grosser Theil im Zwischenhirne, im Thalamus opticus. Die anderen ziehen in der Kapsel weiter hinab und nach hinten. So gelangen sie hinter dem Thalamus zu einem grossen Theile frei an die Unterfläche des Gehirnes. Diese dort aus der Hirnmasse hervortauchenden dicken weissen Bündel werden als Fuss des Hirnschenkels, Pes Pedunculi, bezeichnet, Fig. 189 rechts unten.

Wie Sie an dem Frontalschnitte sehen, liegt dieser freie Theil der Kapsel, dessen Fasern caudalwärts als Hirnschenkel abbiegen, ventral vom Thalamus. In diesen Fusstheil des Hirnschenkels gelangen die Züge der Stirnhirnbrückenbahn, der Temporalhirnbrückenbahn und der Pyramidenbahn. Die Stabkranzfasern des Opticus und die Haubenstrahlung treten nicht in den Fuss ein. Weiter caudal, in der Vierhügelgegend, liegen dorsal vom Fusse, an der Stelle, wo jetzt der Thalamus sich befindet, die Nervenfasern, welche aus dem Thalamus und aus anderen Hirntheilen kommen, auch die aus der Haubenstrahlung. Es scheiden sich dort die Fasern aus dem Vorder-, Zwischen- und Mittelhirne in eine ventrale Partie, den Fuss, und eine dorsale, die Haube.

Es kann ein sehr lehrreicher Schnitt angefertigt werden, welcher ein Bild von der Entstehung der Fasern im Fusse giebt. Nehmen Sie frisches Gehirn, und schneiden Sie den Hirnschenkel senkrecht ein, bis Sie auf die Substantia nigra treffen. Nun wenden Sie das Messer und schneiden mit schräg aufwärts und vorwärts gerichteter Schneide horizontal durch beide Hemisphären gerade hindurch.

So ist die Grundlage der Abbildung angefertigt, welche Fig. 291 wiedergiebt. Den Uebergang aus der Kapsel in den Fuss s. auch Fig. 203.

Anhangsweise sei hier noch des Septum pellucidum gedacht Fig. 149, 150, 157, 186, 188, des ventralsten Theiles der Hemisphäreninnenwand. Es wird frontal durch die Fasern des Balkenkniees vom Stirnlappen abgegrenzt, während es caudal direct in die weissen Stränge der Fornixsäulen übergeht. In diese Säulen, aber auch in die Balkenmasse selbst ziehen Fasern, welche im ventralsten Septumabschnitte ziemlich zu einem „Stiel des Septum" geschlossen der Tiefe entsteigen, sich aber auf der dünnen grauen Oberfläche etwas ausbreiten. Dieser Stiel

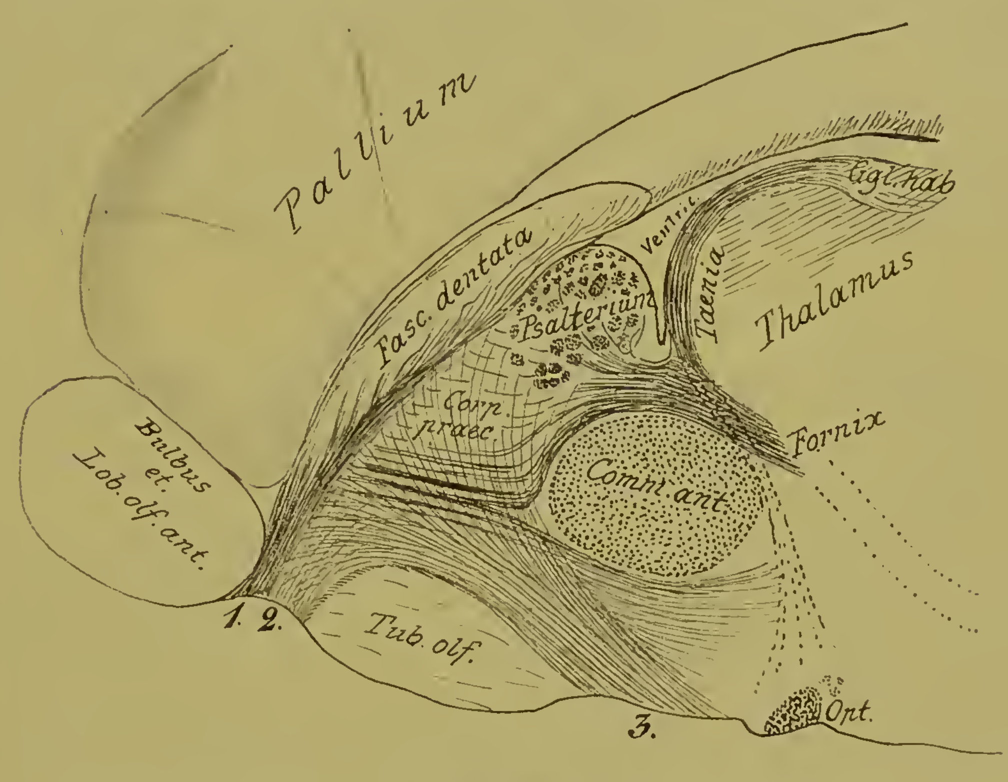


Fig. 192.

Mediale Seite des Gehirnes von Ornithorynchus paradoxus nach Elliot Smith. Der Faserverlauf auf dem Septum pelluc. (corp. praecommissurale).

enthält Fasern der mannigfachsten Herkunft und ist in seinen Beziehungen noch nicht völlig geklärt. Wichtig ist aber, dass unter diesen Fasern sich diejenigen des Riechbündels befinden, jenes Bündels, das bei den Reptilien zuerst deutlich auftretend die basalen Theile des Riechlappens mit dem dorsaleren Ammonshorne verbindet. Beim Menschen ist das Riechbündel sehr dünn, seine Bestandtheile müssen in jenen Zügen gefunden werden, die aus dem Stiel direct in den Fornix gelangen, in dem sie sich wohl caudalwärts zum Ammonshorne begeben, vielleicht aber ausserdem in den von Kölliker entdeckten Fasern, welche vom Septum aus in die Unterfläche des Balkens einstrahlen. Sie durchqueren diesen und könnten in der Dentatusrinde, welche den Balken als Stria longitudinalis bedeckt, enden. Natürlich ist die Septumfaserung, welche bei den

höheren Säugethieren ganz unbedeutend erscheint gegenüber der Fasermasse, welche dem mächtigen Mantel entstammt, bei den niederen Säugern relativ mächtiger. Sie ist aber auch besser zu übersehen, weil die Balkenfaserung fehlt. Ich demonstrire desshalb hier einen Medianschnitt durch das Gehirn des Schnabelthieres, an dem die einzelnen in die Septumfaserung eingehenden Bündel sehr deutlich sind. Nr. 1 und 2 sind wahrscheinlich das Riechbündel. Nr. 3, für die anderen Säuger noch unbekannt, entspricht vielleicht dem Tractus septo-mesencephalicus der Vögel.

Die Faserung im Markweiss der Hemisphären wurde bereits von F. Arnold, Reil und Burdach durch Abfaserung vielfach erkannt, die mikroskopischen Untersuchungen von Meynert, von Sachs, von Brissaud und von Déjerine, namentlich aber die entwicklungsgeschichtlichen Studien von Flechsig, dann zahlreiche experimentelle Arbeiten von Gudden, Löwenthal, Monakow, Bechterew und Anderen haben zur Aufklärung kräftig vorangeholfen. Nicht zu unterschätzen ist auch der Nutzen, den die Anatomie dieses Gebietes durch Untersuchungen am erkrankten Gehirne erfahren hat. Solche haben angestellt: Wernicke, Charcot, Féré, Pitres, Friedmann, Sioli, Monakow, Richter, Zacher, Déjerine u. A. Die genauesten Untersuchungen über das Septum verdankt man Honegger, Kölliker und Elliot Smith.

Neunzehnte Vorlesung.

Das Corpus striatum und die Ganglien des Zwischenhirnes.

M. H.! Wir wollen nun einmal dem **Stammganglion** und der aus ihm entspringenden Faserung unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Das mächtige an der Basis des Gehirnes liegende Ganglion wird durch die aus der Rinde stammende Faserung der Capsula interna in den lateral bleibenden Nucleus lentiformis und in den dorsal und medial liegenden Nucleus caudatus getheilt. Der Nucleus lentiformis besteht aus einem Aussengliede, dem Putamen, und zwei oder mehreren Innengliedern, dem Globus pallidus. Aus dem Putamen und aus dem Nucleus caudatus entspringt die Eigenfaserung des Stammganglions. Ausserdem wird dann das Ganglion durchzogen von einer aus der Rinde entspringenden Faserung, der Haubenfaserung.

Die Eigenfaserung des Stammganglions verbindet dasselbe mit den Ganglien des Zwischenhirnes. Sie zieht zum Theile im vorderen Kapselschenkel, zum Theile — soweit sie aus dem Putamen kommt — unter der Kapsel an der Hirnbasis hinweg, dem Zwischenhirne zu. Dabei muss sie die Stelle, wo die Kapselfasern frei als Hirnschenkelfuss an die Hirnbasis gelangen, umgreifen. Dieser Theil wird als Linsenkernschlinge, Ansa lentiformis, bezeichnet. Er enthält wesentlich die Fasern aus dem Putamen.

Es handelt sich hier um einen sehr alten und offenbar für den Gesammtmechanismus des Gehirnes sehr wichtigen Faserzug. Denn bei allen Wirbelthieren, von den Fischen bis hinauf zu den Säugern, lässt sich ein starkes Faserbündel nachweisen, das im Corpus striatum entspringt und zum Theile in den Zwischenhirnkernen endet, zum Theile weiter hinabzieht. Beim Menschen ist es schwer aufzu-

finden, weil sich zu viele Züge aus dem Mantelgebiete, der Rinde, ihm zugesellen. Doch habe ich dieses basale Vorderhirnbündel bei frühen Embryonen erkannt, und es sind wahrscheinlich seine Fasern, die Wernicke und Flechsig, als aus dem Corpus striatum entspringend, beschrieben haben. Der Letztere hat auch die Verbindung mit dem Thalamus erkannt. Es ist schon in den vergleichend anatomischen Vorlesungen geschildert und dort als Tractus strio-thalamicus bezeichnet.

Neuerdings ist mir aber an dem oben erwähnten, absolut entrindeten Hunde der volle Nachweis des Verlaufes der aus dem Stammganglion entspringenden Faserzüge geglückt. Bei diesem Thiere war die ganze aus der Rinde kommende Stabkranzfaserung secundär degenerirt und fast verschwunden. Man erkannte da mit aller Sicherheit, dass aus dem Kopfe des Schwanzkernes und aus dem Putamen sehr mächtige Fasermassen sich entwickelten, die im frontalen Abschnitte der Kapsel basalwärts und zugleich etwas caudalwärts zogen. Der grösste Theil dieser Fasermasse wendete sich rasch nach innen und löste sich in den Thalamus-

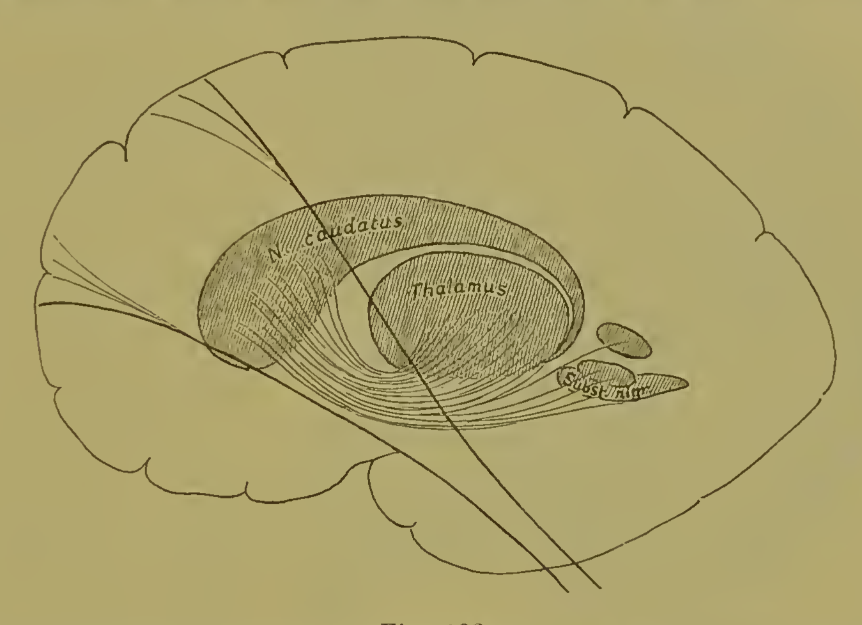


Fig. 193.
Die aus dem Schwanzende entspringende Faserung zu den Ganglien des Zwischen- und Mittelhirnes. Radiatio strio-thalamica. Die Linsenkernfaserung weggelassen, sie würde vom Beschauer nach dem Thalamus hin verlaufen.

ganglien auf; was weiter hinab gelangte, zog allmählich auch immer mehr medianwärts, um in den Ganglien der Gegend unter und hinter dem Thalamus zu verschwinden. Im Bereiche der hinteren Vierhügelgegend war die ganze vorn so mächtige Faserung in die Ganglien übergetreten. Ihre letzten Züge hatte die Substantia nigra aufgenommen. Die Arbeiten von Maheim und von Monakow über secundäre Degenerationen nach Erkrankung im Bereiche des Stammganglions zeigen, dass die dort entspringende Faserung auch beim Menschen sich so verhält, wie sie das Schema oben wiedergiebt.

Es bildet also die Radiatio strio-thalamica einen mächtigen Verbindungsweg zwischen dem Stammganglion und den Ganglien des Zwischen- und Mittelhirnes.

Aus der Rinde treten zwischen die Glieder des Globus pallidus die Fasern der Haubenstrahlung. Sie durchlaufen dieselbe als weisse Streifen und sammeln sich an der Basis des Linsenkernes zu einem eigenen

Bündel, das dorsal von der Linsenkernschlinge ganz wie diese medialwärts zieht.

Die meisten Fasern ziehen nach innen in die Gegend, welche unter dem Thalamus opticus liegt und als Regio subthalamica bezeichnet wird.

Ein kurzer Rückblick auf die Faserung des Grosshirnes dürfte vielleicht jetzt erwünscht sein, wo wir im Begriffe stehen, die dicht an das Striatum angeschlossenen Ganglien des Zwischenhirnes kennen zu lernen.

Das Grosshirnweiss besteht aus den Fasern, welche unter der Rinde gelagert einzelne Theile des Mantels unter einander verbinden, den Associationsbahnen, aus den Fasern, welche die rechte mit der linken Seite verknüpfen, den Commissuren und aus den Stabkranzfasern. Von den Commissuren existiren mindestens drei Hauptzüge, derjenige der Commissura anterior zwischen den einzelnen Theilen des Riechapparates, der Zug des Psalterium, zwischen den Ammonswindungen und die Balkenfaserung, welche die übrigen Theile des Mantels jederseits erreicht. Von den Stabkranzfasern haben wir Züge zu allen hinter dem Grosshirn liegenden Theilen kennen gelernt, die Faserung zu den Thalamuskernen, Züge zum Mittelhirne, dann solche zur Oblongata und solche zum Rückenmarke.

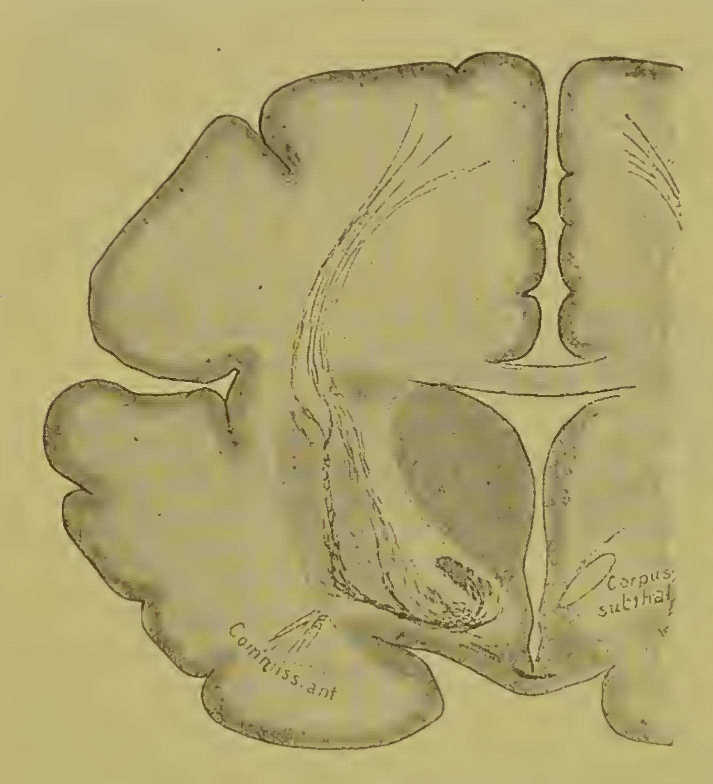


Fig. 194.
Frontalschnitt durch das Gehirn eines Fötus von etwa 32 Wochen. Alle markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin schwarz gefärbt. Haubenstrahlung (oben), Linsenkernschlinge (unten) und vordere Commissur (aussen unten) sind markhaltig. Im Putamen und Nucleus caudatus noch keine markhaltigen Fasern.

Diese ganzen Systeme werden innerhalb der Capsula interna durchflochten von den Fasern aus dem Stammganglion zu tiefer liegenden Centren, besonders zum Thalamus.

Lassen Sie uns jetzt den Gebieten uns zuwenden, wo die Mehrzahl der Grosshirnmarkzüge ein Ende findet.

Hinter dem Grosshirne liegt das **Zwischenhirn**. Seine Seitenwände sind die Thalami optici. Diese bestehen aus mehreren nicht ganz scharf unter einander abgegrenzten grauen Kernen. Weisse, markhaltige Fasern, das Stratum zonale (Gürtelschicht), überziehen den Thalamus. Sie sind zu einem Theile in der Richtung nach der Hirnbasis in

den Sehnerven hinein zu verfolgen, zum anderen scheinen sie aus den caudalen Theilen der Capsula interna, vielleicht aus der Sehstrahlung, zu stammen. Alle senken sich in die Tiefe des Thalamus, wo sie sich zwischen dessen Ganglien in Zügen sammeln und so diese scheinbar von einander trennen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass sie in das feine Nervenfasernetz, das diese Ganglien erfüllt, eindringen. Man kann in jedem Thalamus unterscheiden: einen medialen (inneren) Kern, der in den Ventrikel hineinragt, einen lateralen oder äusseren Kern und zwischen beiden den vorderen Kern. Der laterale ist der grösste, der vordere gleicht einem mit dem stumpfen Ende nach vorn zwischen die beiden anderen Ganglien eingedrängten Keile. Dies vordere dickere Ende, welches auf der Thalamusoberfläche als Erhebung vorn sichtbar ist, haben wir früher schon als Tuberculum anterius kennen gelernt.

An den medialen Kern grenzt und ist beim Menschen nicht leicht von ihm abscheidbar das Pulvinar, ein mächtiges Polster, das, den ganzen caudalen Abschnitt des Thalamus einnehmend, als Wulst in den Ventrikel hineinragt. Am medialen Rande des inneren Kernes liegt das schon erwähnte Ganglion habenulae. Vergl. Fig. 149.

Monakow, der neuerdings die Thalamuskerne wieder genauer studirt hat, will auf Grund des Baues und der Einstrahlungen das ventrale Gebiet des lateralen Kernes abscheiden und mit einigen anderen kleinen ventral liegenden Kerngruppen als ventralen Thalamuskern bezeichnen.

Caudal am Thalamus liegt ventral und aussen vom Pulvinar ein Ganglion von eigenthümlicher, grauer Zeichnung, das Corpus geniculatum laterale. Es ragt weit in die Thalamussubstanz hinein und entsendet eine grosse Anzahl von Ursprungsfasern zum Tractus opticus.

Nach aussen grenzt der Sehhügel an die innere Kapsel (Fig. 186). Zahlreiche Züge, der Stabkranz des Thalamus, ziehen aus ihr in ihn hinein. Sie kommen aus verschiedenen Richtungen und kreuzen sich, indem sie im Sehhügel zusammenstrahlen. Zwischen dem Netze der sich kreuzenden Fasern bleiben Herde grauer Substanz. Die äussere Zone mit diesen Kreuzungen wird ihres Aussehens wegen als Gitterschicht bezeichnet. Da die meisten markhaltigen Fasern in den äusseren Kern einstrahlen, so sieht dieser heller aus als die anderen Kerne des Sehhügels.

Die Thalamusganglien atrophiren zu gutem Theile, wenn das Rindengebiet, aus dem sie ihre Einstrahlung empfangen, zu Grunde geht.

Monakow's auf diese Verhältnisse speciell gerichtete Untersuchungen lehren, dass die am meisten frontal und medial liegenden Sehhügelabschnitte mit den Windungsgruppen des Stirnlappens, die lateralen Kerngruppen mit den Parietalwindungen und die ventralen mit dem Operculum zusammenhängen. Ueber die physiologische Bedeutung dieser Bahnen ist uns bis heute nicht das Geringste bekannt. Klarer sehen wir schon für einige andere Einstrahlungen in den Thalamus. Da sind zunächst die Fasern aus der Parietalgegend zu dem ventralen Kerne. Sie müssen, wie ich schon früher Ihnen mittheilte, den Antheil der sensorischen Faserung enthalten, welcher von diesem Kerne, wo ein Theil der Schleife endet,

corticalwärts leitet. Dann wissen wir, dass der grösste Theil der in die hinteren Thalamusabschnitte, speciell in das Pulvinar und das Corpus geniculatum lat. einstrahlenden Fasern aus dem Occipitallappen stammt und der Träger der secundären Bahn aus den primären optischen Endstätten zur Rinde ist.

Die Innenseite des Thalamus ist durch gleichmässig graue Substanz vom Ventrikel getrennt. Diese heisst centrales Höhlengrau des mittleren (III.) Ventrikels und besteht aus einem zellreichen und von sehr vielen feinen, markhaltigen Nervenfasern in allen Richtungen durchzogenen Gewebe.

Schütz, der diesem Grau beim Menschen eine Studie gewidmet hat, fand, dass es Zuzüge aus fast allen den dritten Ventrikel umgebenden Ganglien enthält, und, was besonders interessant, dass es gleich den Fasern der Hirnrinde bei der progressiven Paralyse degenerirt. Einen meist besonders gut abgrenzbaren Zug markhaltiger Fäserchen, der im Grau vom dritten Ventrikel ab bis hinab zu den Kernen des Hypoglossus sich verfolgen lässt und immer dicht unter dem Ventrikelepithel liegt, bezeichnet er als dorsales Längsbündel des centralen Höhlengrau.

In der Mittellinie des Gehirnes bildet das Höhlengrau den Boden des Ventrikels. Dort verlaufen in ihm von einer Seite des Gehirnes zur anderen mehrere dünne Faserüberquerungen, von denen eine, die Meynert'sche Commissur, am besten characterisirt ist. Ihr Anfang und Ende sind nicht genügend sicher bekannt. An dem Hunde mit vollständiger Zerstörung der Rinde war sie erhalten. Die frontal und ventral von ihr liegende Gudden'sche Commissur werden wir später genauer kennen lernen.

Das centrale Höhlengrau an der medialen Fläche des Thalamus verklebt auf eine ca. $^3/_4$ Cm. lange Strecke mit dem der gegenüberliegenden Seite zur Massa intermedia (Commissura mollis).

Wenige markhaltige Fäserchen verlaufen beim Menschen in ihr, ob eine bei niederen Wirbelthieren an analoger Stelle vorhandene, viel faserreichere Commissur mit der Commissura media identisch ist, bleibt noch festzustellen, s. Fig. 99.

Für das Kaninchen hat Nissl nachgewiesen, dass jeder der Thalamuskerne wieder in 3—4 Unterkerne zerfällt, die sich nach dem Verhalten ihrer Zellen zu Farben sehr gut unterscheiden. Er hat ausserdem bei diesem Thiere noch beschrieben: einen Kern der Gitterschicht und, frontal vom Ganglion habenulae, den Kern der Mittellinie. Dazu käme dann noch in den frontalsten Thalamusebenen der kleine Nucleus magnocellularis. Monakow hat gezeigt, dass das Corpus geniculatum laterale in 5 Kerne zerfällt, einen dorsalen und einen ventralen, die je zweigetheilt sind, und in einen lateral-ventralen. Von diesen gehört die caudale Abtheilung des dorsalen Kernes der Rindenfaserung an, während die übrigen Kerne Zuzüge aus der Rinde zu den primären optischen Endstätten aufnehmen. Jeder dieser letzteren Kerne steht zu einem eigenen Abschnitte der Sehsphäre in Beziehungen.

Der Thalamus ist ganz wesentlich eine Aufnahmestation für die Fasern einerseits aus der Hirnrinde — Stabkranz des Thalamus — und andererseits aus dem Stammganglion — Radiatio strio-thalamica, Linsenkernschlinge u. s. w. Er

entsendet im Verhältnisse zu seiner ungeheuren Masse nur sehr wenige Fasern abwärts. Auch rindenwärts giebt er Züge ab, welche den Stabkranz verstärken.

Die aus den Ganglien entspringenden Züge verlaufen zum grösseren Theile in zwei ihre Masse durchziehenden weissen Querscheiden, der Lamina medullaris externa und interna. Die Thalamusfasern gelangen nur zu einem sehr geringen Theile weiter hinab. Hauptsächlich

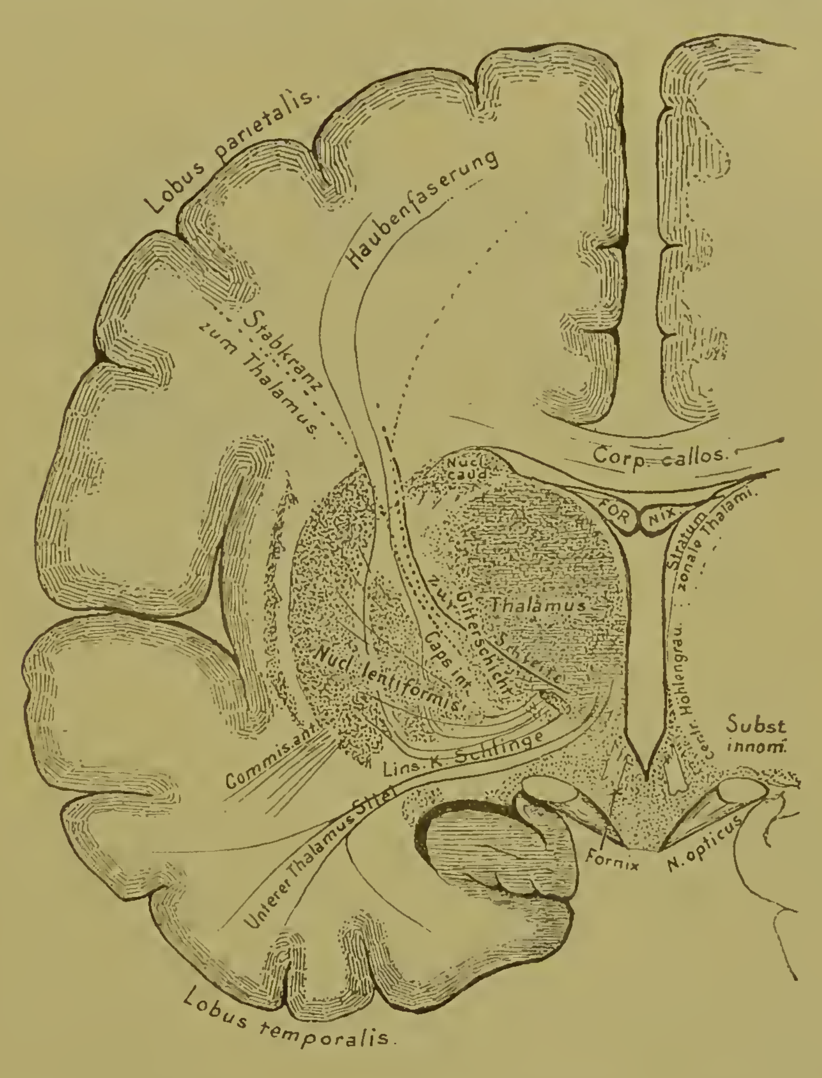


Fig. 195.
Frontalschnitt durch das Gehirn dicht hinter dem Chiasma, schematisirt.

ein einziges aus der Lamina med. externa und besonders aus dem ventralen Kerne sich sammelndes Bündel, die obere (oder mediale) Schleife, kann bis in das Ende der Oblongata, vielleicht auch in die Seitenstränge des Rückenmarkes verfolgt werden. Dieser Tractus thalamo-bulbaris et spinalis enthält im Thalamus endende und dort entspringende Fasern. Die Lamina med. int. ist nicht über das Mittelhirn hinaus verfolgbar.

An der vorstehenden, sehr schematisch gehaltenen Abbildung, Fig. 195,

ist die Lage des Thalamus zum Hirnboden, zum Höhlengrau, zur Capsula interna und zum Nucleus lentiformis zu studiren.

Wollen Sie an diesem Schnitte noch etwas beobachten, das bislang nur kurz Erwähnung finden konnte. Es ist die Gegend innen vom Linsenkerne, ventral vom Thalamus. Dort sammeln sich mehrere, ziemlich parallel laufende Faserstränge, welche den unteren Theil der Capsula interna zum Theile im Winkel durchsetzen, zum Theile über ihn wegziehen. Die oberen dieser Fasern gehören der Linsenkernfaserung an, es ist die früher erwähnte Linsenkernschlinge, die unteren sind die Stab-

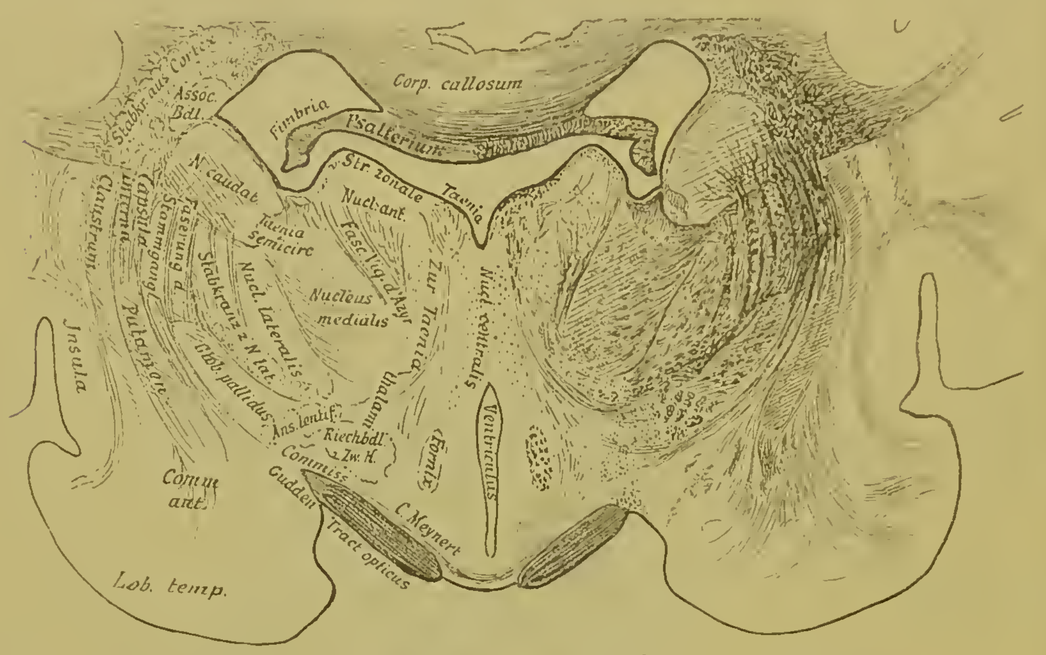


Fig. 196. (Vom Hunde.)

Frontalschnitt der etwa durch das vordere Thalamusdrittel geht. Er bedarf wie die folgenden Schnitte, da alle Bezeichnungen eingeschrieben sind, nur weniger Worte zur ergänzenden Erklärung. Aus dem Mantel treten rechts oben die Fasern, lateral vom Stammganglien herab zur Capsula interna. Sie treffen da auf die mächtige Faserung aus dem Nucleus caud., durchbrechen sie und strahlen zum Theile als Stabkranz in das laterale Thalamusganglion. Die Mehrzahl aber bleibt an der erwähnten Stelle liegen und zieht rückwärts. Dieser Theil muss von der Stammganglienfaserung umfasst werden, wenn dieselbe einwärts zu ihrer Endstätte in den Zwischenhirnganglien tritt. Zu den umfassenden Zügen gesellen sich — nahe der Basis — die Züge aus dem Putamen und bilden mit ihnen zusammen die Ansa lentiformis. Medial von dem hier bereits getroffenen Bündel der Ansa liegt die zarte Strahlung aus dem Riechfelde zum Corpus mamillare. Aus der Riechstrahlung löst sich in dieser Höhe und weiter hinten das dorsalwärts aufsteigende Bündel der Taenia thalami los. Man sieht es bis zur Thalamusoberfläche ziehen und sich dann rückwärts zum Ganglion habenulae wenden. Zum Riechapparate gehört wahrscheinlich auch das Vicq d'Azyr'sche Bündel, das sich aus der Markkapsel des hier angeschnittenen, vorderen Thalamuskernes entwickelt.

kranzfasern zum Thalamus, welche, aus dem Occipital- und Temporallappen kommend, als unterer Stiel des Sehhügels bezeichnet werden (*U. S.* des Schema Fig. 184). Die Gesammtheit der ventral vom Linsenkerne in Fig. 195 vom Schnitte getroffenen Fasern heisst Substantia innominata. In ihr liegt ein kleines flaches Ganglion (Meynert). Gleich hinter der Substantia innominata treten die Fasern der Kapsel, welche zum Fusse des Hirnschenkels werden, frei an der Hirnbasis hervor. Die Substantia innominata begrenzt den Hirnschenkel am

frontalen Ende. Sie gleicht einer vorn über ihn gelegten Schlinge und wird desshalb auch als Ansa peduncularis bezeichnet.

Das Schema (Fig. 195) liegt übrigens von dem wirklichen Bilde so weit ab, dass es zweckmässig ist, wenn Sie der beifolgenden Abbildung eines wirklichen Schnittes durch den Thalamus des Hundes (Fig. 196) Ihre Aufmerksamkeit etwas schenken.

Sie werden durch diese und die folgenden Schnittabbildungen ein besseres Bild vom Aufbaue des Zwischenhirnes bekommen, als ich es bisher geben konnte. Sie enthalten etwas mehr Detail (Stiele der Thalamuskerne u. s. w.), als im Texte angeführt wurde, weil sie die Möglichkeit gewähren sollen, wirkliche Schnitte eingehender zu studiren. Ich bitte, diese Zeichnungen nach Schluss der 19. und 20. Vorlesung zur Repetition zu benutzen.

Nun habe ich Ihnen, m. H., in den letzten 2 Vorlesungen so vielerlei neue einzelne Hirntheile einzeln schildern müssen, dass ich fürchte, es möchte mir kaum gelungen sein, Ihnen auch ein zutreffendes Bild von der Gesammtlage der einen zu den anderen zu verschaffen. Ein solches Bild aber müssen Sie sich durchaus verschaffen. Eine bessere Kenntniss der Faserung und Ganglien, als ich sie bisher zu geben vermochte, erhalten Sie dann, wenn Sie ein Gehirn topographisch studiren wollen. So ist denn der Zeitpunkt gekommen, wo ich Ihnen einmal eine Reihe von Frontalschnitten durch eine reife Hemisphäre vorlegen muss. Sie mag Ihnen als Wegweiser bei eigenen Untersuchungen dienen.

Zum topographischen Studium rathe ich Ihnen, ein ganzes unzerschnittenes Gehirn in 10 procentige Formolmischung (Blum) an der Basilaris einzuhängen und nach 4—8 Tagen mit einem Rasirmesser dasselbe in etwa $^1/_2$ Cm. dicke Scheiben zu zerlegen. So sind die Schnitte angefertigt, deren Bilder ich hier vorlege. Hier und da wird sich Betrachtung mit der Lupe unter Wasser empfehlen.

Der erste Schnitt (nicht abgebildet), den ich anlege, geht wenige Centimeter hinter dem Stirnpole des Gehirnes dahin. Er enthält, umgeben von den hier noch kleinen Windungen, eine gleichmässig weisse Masse, welche im Wesentlichen zusammengesetzt ist: dicht unter der Rinde aus kurzen Associationsbündeln, darunter dann aus den Stabkranzfasern zum Thalamus und zur Brücke, welche schon hier nach abwärts zu ziehen beginnen, und schliesslich aus den frontalen Enden längerer Associationssysteme.

Der zweite Schnitt, Fig. 197, ist wenige Millimeter hinter dem Balkenanfange angelegt. Er durchquert gerade das Balkenknie, die frontalsten Verbindungsfasern beider Hemisphären. Ein grosser Theil dieser Fasern ist seitlich abgeschnitten, es sind diejenigen, welche sich in leichtem Bogen stirnwärts gewendet hatten und so natürlich mit ihrer Hauptmasse in dem weggeschnittenen Stücke blieben. Direct lateral von den Balkenfasern ist die graue Substanz angeschnitten, welche den Seitenventrikel, resp. sein Vorderhorn überzieht, ja an einigen kleinen Punkten ist dieser selbst schon eröffnet.

Das Faserweiss, lateral von dem ectoventriculären Grau, wird zunächst von den Zügen aus dem Frontallappen zum frontalen Schenkel der inneren Kapsel gebildet, es ist die Gegend etwa, welche mit „*Ad crus ant.*" bezeichnet ist. Dies quergetroffene Bündel wird dann ventral umfasst und zum Theile durchflochten von Balkenfasern und von langen Associationsfasern, die dem Fasciculus uncinatus angehören, dorsal von ihm liegt der durch leichte Schattirung angedeutete Bezirk, in welchem der Fasciculus arcuatus sich ausbreitet. Dazu kommen dann, dicht unter der Rinde, die Bogen der kurzen Associationsbahnen und über das ganze

Feld verbreiten noch zahlreiche Fasern, theils zum Thalamus, theils unbekannten Verlaufes, wahrscheinlich zu gutem Theile noch Associationsbahnen. Schon auf dieser Schnitthöhe kann man — auf in Chromsalzen gehärteten Präparaten — dicht über und unter dem Balken das quergetroffene Cingulum und dorsomedial von der Stabkranzfaserung zur Capsel die frontale Ausbreitung des fronto-occipitalen Associationsbündels antreffen.

Dicht hinter dem Balkenknie ist der nächste Schnitt, Fig. 198, angelegt. Er geht dorsal durch den Balkenkörper, ventral trifft er noch die unteren Balkenschenkel in ihrem caudalsten Stückchen, das Rostrum corp. call. Zwischen diesen beiden Theilen liegt die Hemisphäreninnenwand, deren ventraler Abschnitt als Area Brocae, deren dorsalerer als Septum pellucidum bezeichnet wird. Zwischen beiden Septumblättern ist der Ventriculus septi sichtbar. Hier ist nun das Vorderhorn

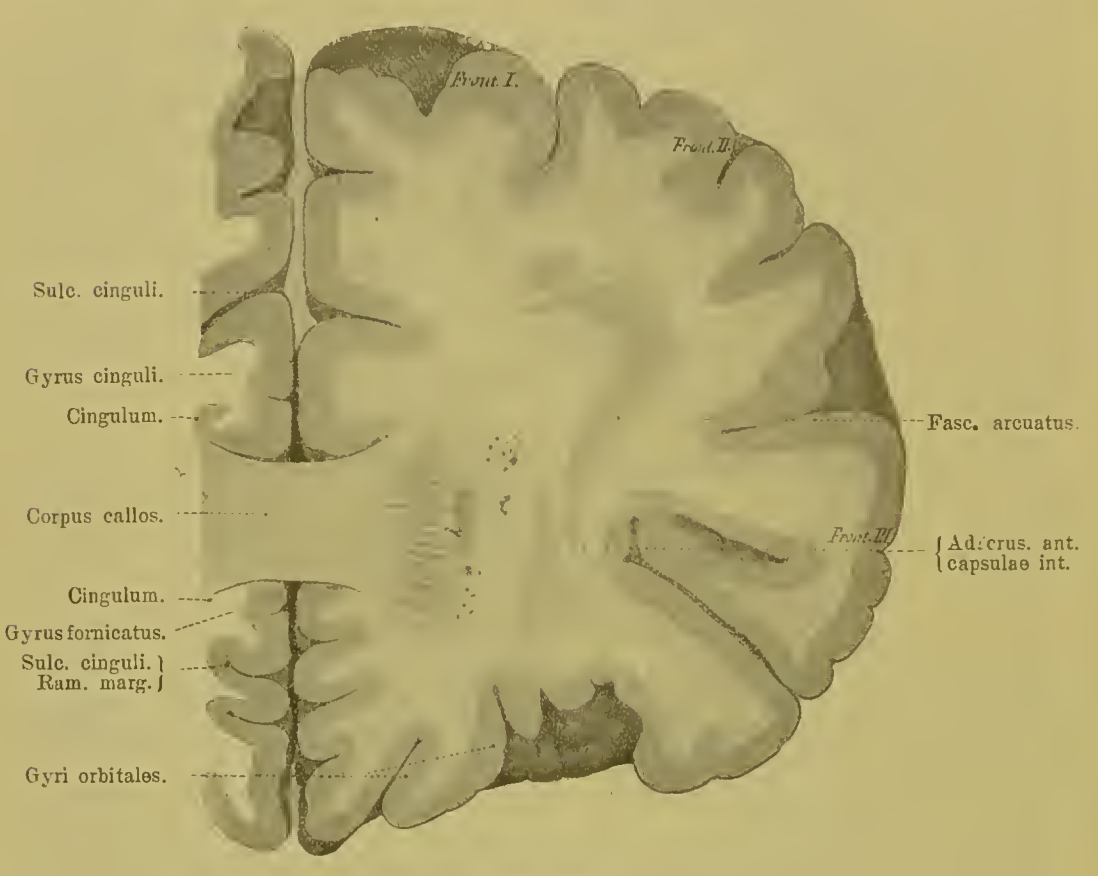


Fig. 197.

des Ventrikels breit eröffnet und der Kopf des Schwanzkernes in seiner grössten Ausdehnung getroffen. Lateral von ihm ziehen die Fasern der Capsula interna vom Stirnpole herab, denen sich gerade in diesem Gebiete die mächtige Faserung aus dem Schwanzkerne zum Thalamus, Radiatio strio-thalamica beimengt.

Nach aussen von der hier noch von vielen grauen Zügen durchbrochenen Kapsel liegt der frontalste Theil des Putamen, dann folgt lat. die Capsula externa und die Vormauer, Claustrum, und dann das Mark und die Rinde der Insula. Im ersteren löst sich der Fasciculus uncinatus auf. Der Schnitt trifft hier schon das vordere Ende der Sylvischen Spalte.

Die ganze dorsale Hälfte des Schnittes wird eingenommen von den Markmassen, die hier aus den drei Stirnwindungen entspringen. Es sind zum allergrössten Theile Associationsfasern, welche Hemisphärengebiete unter sich verbinden, ganz besonders solche, die dem Stirnlappen speciell angehören, aber auch einige

längere, so der Fasciculus arcuatus und das fronto-occipitale Associationsbündel. Dazu kommt noch, dass hier das ganze Markweiss von Balkenfasern durchquert ist. Nur wenige weisse Fasern gelangen aus dieser Gegend in die Capsula interna, von klinisch wichtigen Zügen wesentlich nur die Stabkranzfasern aus dem Facialis- und dem Hypoglossuscentrum und die Sprachbahn, deren Querschnitt etwas lateral von dem Fasciculus fronto-occipitalis anzunehmen ist. Das ventrale Rindengebiet gehört den Gyri orbitales, über die der Riechlappen hinweg zieht.

Ein nur wenig weiter caudal gelegter Schnitt geht durch den hintersten Abschnitt des Septum pellucidum und schneidet schon die da verlaufenden Fornixsäulen an. Ich lege einen solchen, Fig. 199, vor, weil er auch geeignet ist, den Verlauf der Commissura anterior, das Schmalerwerden des Schwanzkernkopfes und die Ausbreitung des Linsenkernes auf dem Querschnitte zu zeigen.

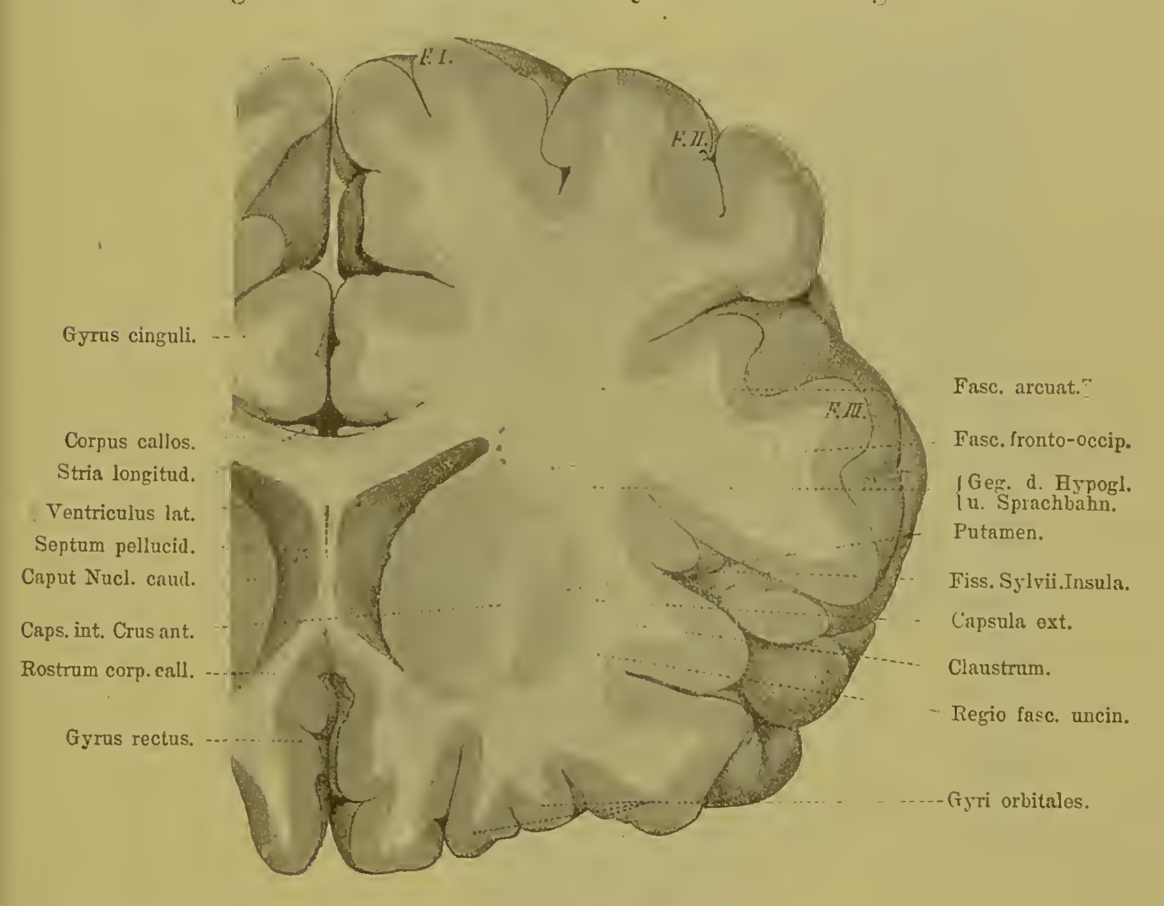


Fig. 198.

Die graue dreieckige Masse zwischen Commissur und Schwanzkern gehört bereits dem centralen Grau an, das den Thalamus überzieht. Der weisse Faserzug, der sie bedeckt und frei in den Ventrikel ragt, ist die Stria terminalis, speciell der Theil derselben, welcher aus der Com. ant. stammt.

Dicht caudal liegen an gleicher Stelle in gleichem Verlaufe die Züge der Taenia thalami. Ventral beginnt das Riechfeld aufzutreten.

Ein Schnitt, Fig. 200, der direct da angelegt ist, wo der Riechlappen sich der Hirnbasis einpflanzt, trifft weiter dorsal den hinteren Abschnitt des Septums, wo sich die Fornixsäulen befinden. Vom caudal ventralen Abschnitte des Gehirnes kommen sie hierher gezogen. Man wird ihren Querschnitten in allen folgenden Abbildungen begegnen, bis sie sich hier vorn nach der Basis zu wenden und ganz ventral in das centrale Höhlengrau eintreten. Ihre ovalen Frontalabschnitte liegen im Grau direct vor dem Querzuge der Commissura anterior.

Lateral von den Fornixsäulen liegt der hier nur spaltförmige Seitenventrikel, in den der frontalste Abschnitt des Thalamus, der Nucleus anterior hineinragt. Er ist von weissen Fasern überzogen, die auch in sein Inneres dringen und ihn hier von dem Nucleus lateralis thalami trennen. An seinem lateralen und an seinem ventralen Ende nimmt der Thalamus hier Fasern auf. Die lateralen stammen aus der Capsel und gehören ebenso wie die ventralen der Faserung aus der Rinde sowohl als auch derjenigen aus dem Stammganglion an. Speciell der Eintritt am ventralen Ende wird deutlich gebildet von dem unteren Stiele aus dem Schläfenlappen und der Linsenkernschlinge aus dem Corpus striatum.

Der inneren Kapsel haben sich in dieser Schnitthöhe die Fasern aus der vorderen Centralwindung zu gutem Theile schon beigemengt, sie enthält mindestens

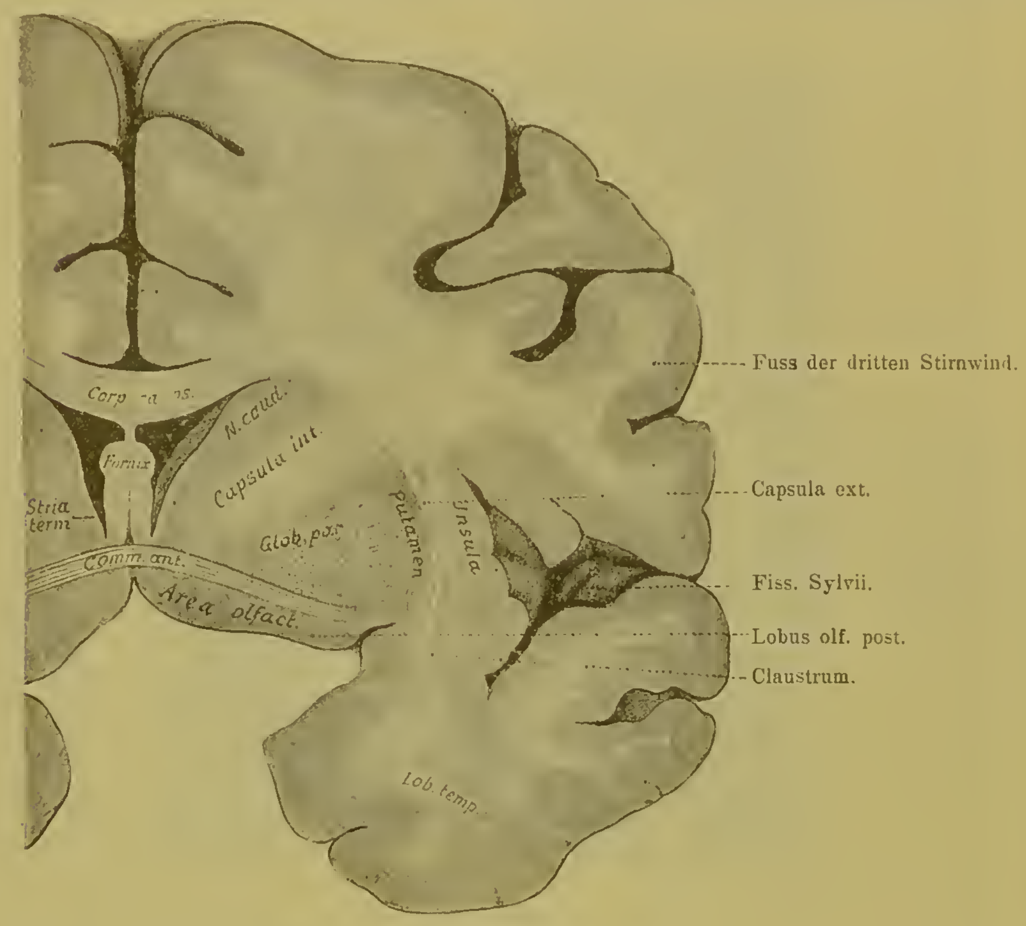


Fig. 199.

schon die Stabkranzfasern für das Gesicht, die mot. Sprache, den Hypoglossus und einen Theil der Pyramidenfaserung für Arm und Hand. Fasern aus dem Schwanzkerne, die ventrocaudalwärts ziehen, durchbrechen ihre aus dem Mantel stammenden Züge. Das Markweiss ist im Wesentlichen noch zusammengesetzt wie auf den vorhergehenden Schnitten.

Lateral von der Kapsel ist jetzt die grösste Ausbreitung des Corpus striatum getroffen, das Putamen und die 2 Glieder des Globus pallidus. Zahlreiche Markstrahlen entspringen in dem ersteren, sie gelangen zum guten Theile in die Linsenkernschlinge. Ventral vom Corp. str. erkennt man den Querschnitt der Commissura ant. Er liegt dicht über der Riechformation, deren Rinde und Mark hier wohl abscheidbar ist. Der Eintritt der Riechstrahlung in sie ist zu erkennen. Aus dieser Gegend erhebt sich die Taenia thalami dorsal und geht in den weissen

Ueberzug ein, der die mediale Thalamusseite bedeckt. Doch ist der Verlauf an diesem Schnitte nicht ganz zu übersehen.

Der Schnitt 5, Fig. 201, ist direct frontal von dem Chiasma angelegt. Dieses ist nicht durchtrennt, sondern ventralwärts umgelegt. Der enge, spaltförmige Ventrikel verlängert sich ventral in das Infundibulum. Er ist in seinem unteren Drittel von der Commissura media überquert. Die von dem Stratum zonale und der Taenia bedeckten Thalami ragen in ihn hinein, und oben wird er abgeschlossen von den Fornixsäulen, über denen der Balken liegt. Das laterale Ende jeder Säule setzt sich, wie Fig. 200 zeigt, direct in den Plexus chorioides ventriculi lat. fort. Dicht neben der Com. mollis erblickt man im centralen Grau die quer getroffenen

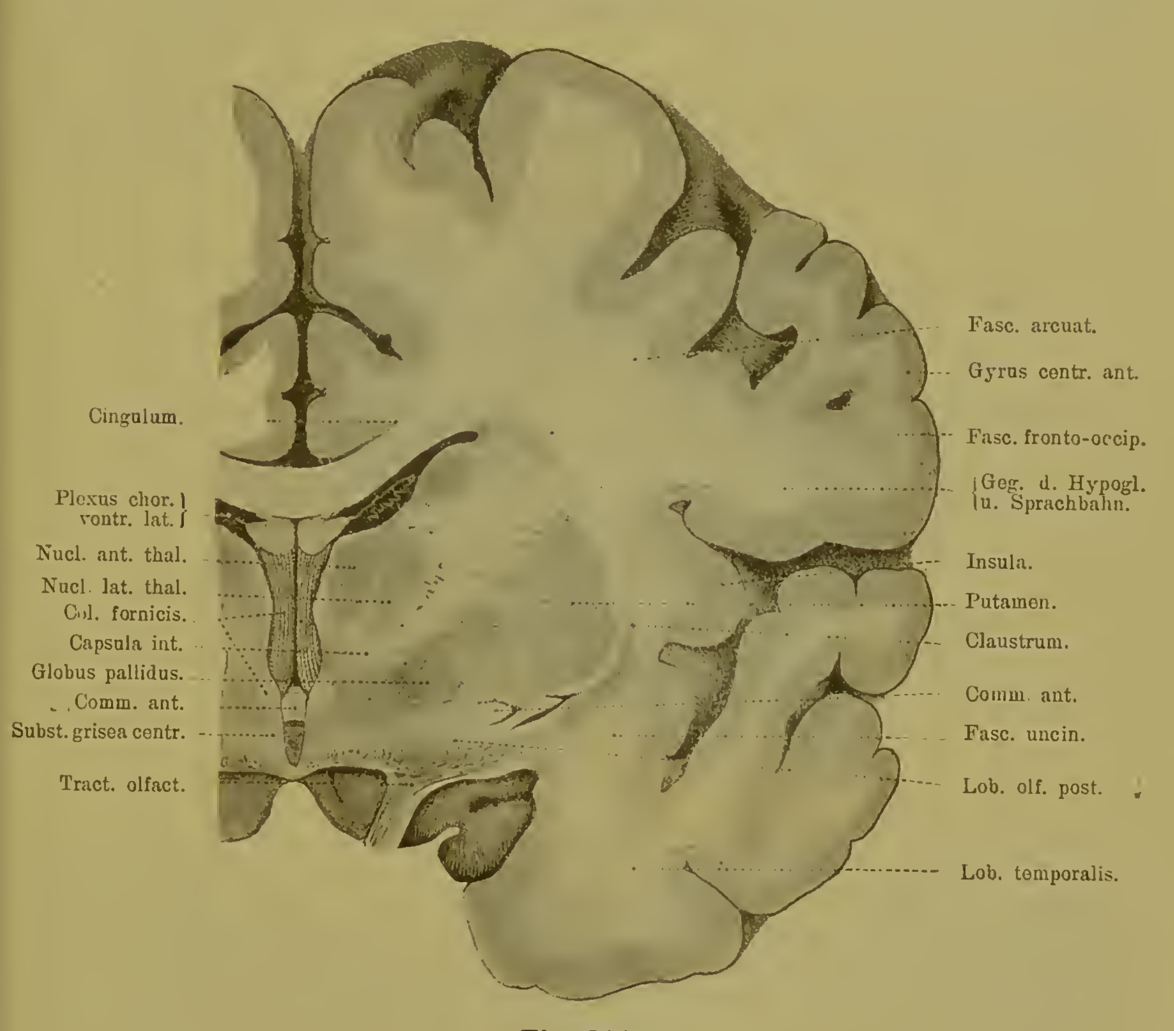


Fig. 200.

absteigenden Fornixschenkel, die sich hier, das Grau des Infundibulum durchsetzend, caudal und ventral zum Corpus mamillare wenden.

Vom Thalamus ist jetzt der Nucl. anterior, der Nucl. medialis und der Nucl. lateralis, auch die Gitterschicht sichtbar. Aus dem ersteren entwickelt sich der Tractus thalamo-mamillaris, Viq d'Azyr'sches Bündel. Seine Ursprungsbündel und Fasern aus dem Stratum zonale, sowie Fasern noch unbekannter Herkunft erzeugen um den Nucleus ant. eine förmliche Markkapsel. Der laterale Theil dieser Kapsel und ein Stück des ventralen können weithin rückwärts als Lamina medullaris interna thalami verfolgt werden.

Vom Stammganglion ist dorsal und ventral der Schwanz des Nucl. caudatus

sichtbar. Er hat an seiner medialen Seite den Zug der Stria terminalis. Ferner der Linsenkern mit seinen drei Gliedern, aus denen man gerade in dieser Höhe sich die Fasern der Linsenkernschlinge entwickeln sieht. Sie gelangen an den basalen Theil der Capsula interna, den sie durchqueren, um von unten her in die Thalamusganglien einzutreten. Fast auf diesem ganzen Wege liegen sie der Faserung auf, welche aus dem Schläfenlappen als unterer Thalamusstiel ebenfalls in den Thalamus zieht.

Die innere Kapsel enthält hier ziemlich die ganze motorische Faserung. Ausserdem die Bahnen aus dem Stirnhirne zur Brücke. Viele Stabkranzfasern treten aus ihr in den Thalamus. Die mot. Sprachbahn liegt noch an gleicher Stelle wie in der vorigen Figur. Ventral vom Linsenkerne liegt die Com. ant., und unter dieser erblickt man den Mandelkern.

Die Sehhügel liegen so nahe überall der inneren Kapsel auf, dass nur selten Erkrankungen zur Beobachtung kommen. welche nur die Thalami betreffen, und auch bei solchen bleibt es oft zweifelhaft, wieviel von den auftretenden Erscheinungen darauf zu beziehen ist, dass indirect die benachbarten Fasern der

Corpus callos.
Fornix.
Nucl. ant.
Lam. mod. int.
Nuc. lat.
Taenia.
Nucl. medial.
Tr. thal. mam.
Fornix.
Ansa lentif.
Comm. med.
Infundib.
Tuber cin., Chiasma.
Nucl. caud.
Taen. semic.
Gitterschicht.
Capsula interna.
Putamen.
Insula,
Claustrum.
Comm. ant.
Thal. stil. und Ansa lent.
Nucl. amygdal.

Fig. 201.

Kapsel in ihren Functionen gestört wurden. Desshalb ist es noch nicht möglich gewesen, die Symptome sicher festzustellen, welche von einer Sehhügelerkrankung erzeugt werden. Nach Meynert werden dabei die Innervationsgefühle der oberen Extremitäten gestört. Dadurch sollen Wahnideen über die Haltung dieser Glieder und aus diesen wieder Zwangsstellungen entstehen. Motorische Lähmung wird wahrscheinlich nicht durch Sehhügelzerstörung erzeugt, ebensowenig sensible. Sehstörungen in Form der homonymen lateralen Hemianopie, vielleicht auch der gekreuzten Amblyopie, wurden wiederholt beobachtet. Ebenso wurden bei Sehhügelerkrankungen nicht so ganz selten die Symptome der Hemichorea, der Athetose, des halbseitigen Zitterns gesehen. Diese sind auch schon bei Herden an anderen Stellen des Gehirnes beobachtet worden, doch kam gewöhnlich mit dem Thalamus zusammenhängende Faserung in Betracht.

Die gleiche Schwierigkeit liegt vor, wenn es gilt, die Symptome bei Erkrankung des Corpus striatum festzustellen. Was bislang als solche beschrieben wurde (Hemiplegie z. B.), kann ebensowohl durch Mitbetheiligung der nahen Capsula interna entstanden sein. Es ist ein Fall von Zerstörung beider Putamina bekannt, der ohne ein darauf zu deutendes Symptom verlief.

Zwanzigste Vorlesung.

Metathalamus und Hypothalamus.

Die Regio subthalamica und die Gebilde an der Hirnbasis.

M. H. Schon am Schlusse der letzten Vorlesung haben wir uns einer Gegend des Gehirnes genähert, welche, ausserordentlich complicirt im Aufbaue, bisher zu den am wenigsten aufgeklärten Theilen gehört. Heute nun beabsichtige ich, Ihnen die wichtigsten Gebilde dieser Regio subthalamica vorzuführen.

Wenn Sie Fig. 200 oder Fig. 201 betrachten, so scheint es, dass der Thalamus auf der inneren Kapsel aufliegt. Weiter nach hinten hört

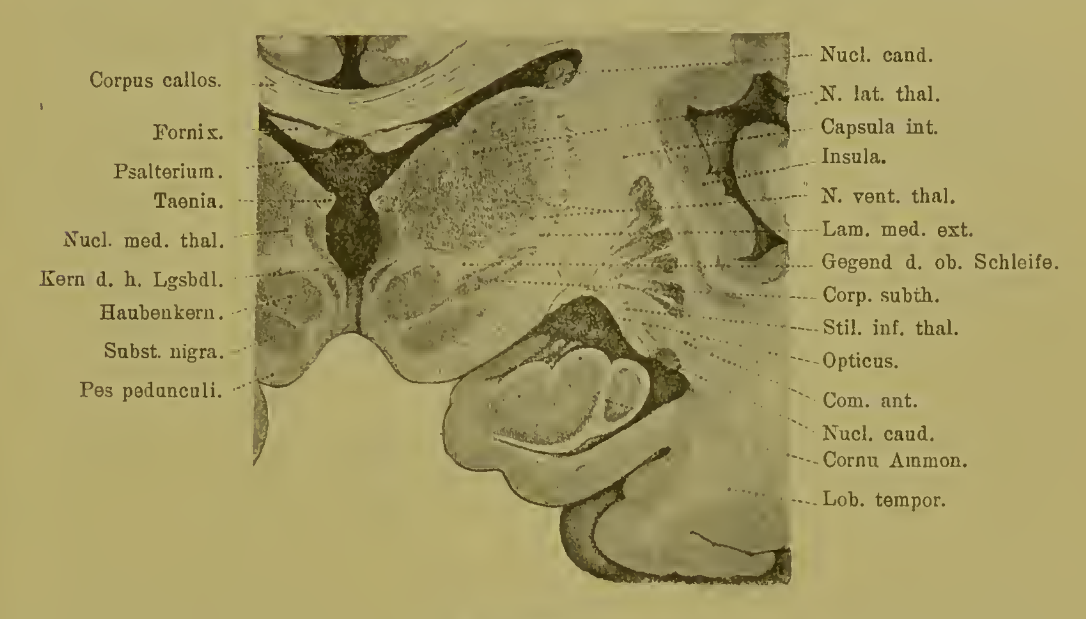


Fig. 202.
Schnitt durch die Regio subthalamica.

dies Verhältniss auf. Es schieben sich zwischen ihn und die Kapsel mehrere kleine graue Ganglienmassen, in welche zahlreiche Faserzüge aus dem Nucleus lentiformis, aus der Kapsel und dem Thalamus selbst einstrahlen. Das hintere basale Zwischenhirngebiet, wo das geschieht, hat den Namen Regio subthalamica erhalten. Der Metathalamus ist genauer erst durch die Untersuchungen von Luys, von Forel, dann durch solche von Flechsig, Wernicke, Monakow und Kölliker bekannt geworden. Doch sind wir noch weit von einem Verständniss der complicirten Verhältnisse entfernt, welche auf dem kleinen Raume vorliegen, wo sich Fasern verschiedenster Provenienz treffen, verschlingen und kreuzen, wo graue Massen liegen, die zum Theil selbst wieder von einem engen Netz sich kreuzender, markhaltiger Fäserchen erfüllt sind.

Fig. 202 zeigt einige Details eines Schnittes durch diese Gegend. Unter dem Thalamus ist ein rundliches Ganglion, der Nucleus tegmenti, der rothe Kern der Haube, nach aussen von diesem ist das fast linsenförmige Corpus subthalamicum (Luys'scher Körper) aufgetreten. Der Nucleus tegmenti wird caudalwärts noch viel grösser in den Querschnitten erscheinen. Er ist die Ursprungsstätte eines mächtigen Bündels zur gekreuzten Kleinhirnhälfte, des Bindearmes, Tractus tegmento-cerebellaris. Ventral von ihm und medial von dem Corpus subthalamicum findet man — auch in caudaleren Ebenen noch stärker entwickelt — ein drittes Ganglion, die Substantia nigra Sömmeringi, eine Anhäufung von meist grau pigmentirten Zellen. Sie liegt dicht über der hier schon zum Fusse gewordenen Faserung aus der inneren Kapsel.

Von der Regio subthalamica an bis hinab zum Ende des Mittelhirnes ist dies dunkel rauchgrau gefärbte Ganglion immer über dem Fuss nachweisbar.

In der Substantia nigra endet, als Stratum intermedium pedunculi bezeichnet, der letzte Rest der Faserung aus dem Stammganglion.

Zwischen den ventralen Sehhügelkern und die erwähnten Ganglien strahlen eine Menge weisser Fasern ein. Sie stammen aus mehreren Quellen und sind auch annähernd schichtenweise geordnet, so dass man die einzelnen etwas abscheiden kann. Immerhin waren es nur Degenerationspräparate, an denen man klar die Unterscheidung vornehmen konnte. Am weitesten lateral liegen die für den ventralen Thalamuskern bestimmten Züge der Haubenbahn. Man hat lange geglaubt, dass alle direct abwärts zum Nachhirn sich wendeten, und diesen Theil als obere oder Rindenschleife bezeichnet. Fig. 195. Aber es ist in den letzten Jahren gelungen, nachzuweisen, dass der grösste Theil der Fasern aus der Rinde schon im Thalamus endet, dass aber von da eine neue Bahn entspringt, der Tractus thalamo-bulbaris, die obere Schleife, welche hinab bis in die Kerne der Hinterstränge verfolgt werden kann. Das ist ein Stück der Gefühlsbahn, von dem wir jetzt also 2 Theile, das Rinden-Thalamusstück und das Thalamus-Oblongatastück kennen. Beide müssen, ausserordentlich nahe an einander endend, in innigem Contacte innerhalb des ventralen Thalamuskernes stehen (Monakow, Mahaim, Bielschofsky).

Die obere Schleife findet man auf dem abgebildeten Schnitte ventral vom Thalamus nahe dem Nucleus tegmenti. Aber von diesem ist sie durch ein dickes Markbündel geschieden, den Tractus cortico-tegmentalis, das Stabkranzbündel des Haubenkernes (Déjèrine). Obere Schleife und Stabkranzbündel bilden lateral um den Nucleus tegmenti eine richtige Markkapsel, die Lamina medullaris nuclei tegmenti.

Die Strahlungen zum Haubenkerne und zur oberen Schleife bilden aber nicht die einzigen Bestandtheile des Markes der Regio subthalamica. Auf dem Fig. 203 abgebildeten Schnitte vom Hunde, der etwas weiter frontal fällt als Fig. 204, auch nachher auf Fig. 205 sehen Sie noch mächtige Fasermassen in mehrere Bündel geordnet hierher strahlen. Sie stammen alle aus dem Stammganglion und enden, soweit wir heute wissen, in den Kernen der Zwischenschicht, namentlich in der Substantia nigra und im Corpus subthalamicum oder doch in dessen Nachbarschaft, wo

man noch mehrere andere kleine Ganglienanhäufungen — Ganglien der Zwischenschicht — findet. Diese Strahlung ist nichts Anderes als das caudale Ende der Tractus strio-thalamici, denen wir so oft nun von den Fischen bis hier zum Menschen begegnet sind. Sie stammt aus der Ansa lentiformis, kommt an der medialen Kante des Striatums zum Vorschein, überquert die Kapsel und strahlt so, von der Seite kommend, in die einzelnen Ganglien der Zwischenschicht ein.

Dass diese als einzelne Strata der Zwischenschicht bezeichneten Faserbündel aus dem Stammganglion mindestens zum grossen Theile stammen, entnehme ich den Präparaten vom Hunde ohne Vorderhirn, dessen mehrfach hier gedacht wurde.



Fig. 203.

Hund. Frontalschnitt durch circa die Mitte der Thalamuslänge. Unter dem Balken liegen die Frontalenden beider Ammonshörner, verbunden durch das Psalterium, jederseits die mächtige Fimbria aussendend. Im Thalamus: Nucleus medialis und lateralis in ihrer grössten Breite, von einander getrennt durch die quer getroffene Lamina medullaris interna, dorsal begrenzt durch die Taenia thalami, in welche Fasern aus dem Stratum zonale gelangen, durch den caudalen Theil des Nucleus anterior und das dorso-frontale Ganglion des Ganglion habenulae. Ganz lateral und dorsal der Schwanz des Nucleus caudatus und sein Associationsbündel. Aus der Capsula interna tritt der Stabkranz des Nucleus lateralis und des Nucleus anterior herein; zwischen Nucleus lateralis und Capsula entwickelt sich aus dem ersteren die Lamina medullaris externa. An der Basis das Corpus mamillare, in welches auf dieser Schnitthöhe das Vicq d'Azyr'sche Bündel aus dem Nucleus anterior und das Haubenbündel vereint eintreten. Lateral entwickelt sich der Pedunculus mamillaris, dorsal, direct unter dem Ventrikel, die Decussatio subthalamica anterior. Die Capsula interna wird an der Unterfläche als Hirnschenkelfuss frei; ihre medialsten Fasern stammen hier aus dem Vorderhirnbündel und enden im Corpus Luys. Dorsal vom Corpus Luys die Fasern des tiefen Riechmarkes und, diesem dicht aufliegend, die Radiatio thal. ventr. Lateral von der Capsula interna der Linsenkern, aus dem die Schlinge sich dicht an den Fuss legt. Zwischen Schlinge und dem ventralen Theile des Ammonshornes der Nervus opticus.

Die Gegend ventral von den Thalamusganglien und der Ansa peduncularis — Fig. 203 — wird von feinen Längsfasern durchzogen, welche, aus dem Riechlappen stammend, in gerader Linie hierher gelangen. Wir wollen sie als die Riechbündel des Zwischenhirnes bezeichnen. Sie können bis in die Gegend eines Gangliencomplexes verfolgt werden,

der, an der Zwischenhirnbasis gelegen, da als kleine Halbkugel an die Schädelbasis hervorragt.

Er heisst Corpus mamillare und ist bei osmatischen Thieren sehr viel mächtiger als bei den Primaten vergl. Fig. 164. In Fig. 203 und 205 fällt er gerade in die Schnittlinie.

Nach dem Corpus mamillare herab ziehen durch das centrale Höhlengrau die Bündel der Fornixsäule aus dem Ammonshorne und der Randwindung. Sie scheinen in ihm gekreuzt und ungekreuzt zu enden. Die kleine Kreuzung dorsal vom Corpus mamillare, welche, zum Theil wenigstens, Fornixfasern enthält, heisst Decussatio hypothalamica. Man kann mehrere Systeme in ihr unterscheiden, von denen auch eines zwischen den beiden Luys'schen Körpern zu verlaufen scheint. Dieses



Fig. 204.

Hund. Frontalschnitt durch das Zwischenhirn in der Gegend des caudalen Thalamusdrittels. Erklärung des grössten Theiles der Figur, s. Fig. 203. Auf diesem Schnitte im Vergleich zu dem der Fig. 203 zu beachten das Ganglion habenulae, in dem die Taenia verschwindet, der untere Thalamusstiel, die Einstrahlung der Ansa lentiformis in das Mark der Regio subthalamica, das Corpus Luys und das Absondern der oberen Schleife aus den Markmassen lateral und ventral vom Thalamus. Medial vom Corpus geniculatum lat. tritt das Pulvinar auf.

ganze Kreuzungssystem ist bei den Reptilien viel besser zu übersehen. Dort haben Sie es als Decussatio retroinfundibularis kennen gelernt. Die einzelnen bei den Reptilien da eingehenden Systeme sind bei Säugern noch aufzusuchen.

Wollen Sie auf Fig. 157 und 183 den Verlauf des Fornix vom Ammonshorne an bis herab zur eben beschriebenen Gegend verfolgen und diese Figur auch für die folgende Schilderung fortwährend zu Rathe ziehen.

Das Corpus candicans besteht, wie Gudden's Versuche zeigten, aus

3 Kernen. Der lateralste sendet seinen Stiel (Pedunculus corporis mamillaris) bis weit hinab in die Oblongata; aus dem caudal liegenden der beiden medialen Kerne entspringt ein dickes Bündel, das in den Thalamus hinaufsteigt und sich in dessen Tuberculum anterius verliert. Dieser Tractus thalamo-mamillaris (Vicq d'Azyr'sches Bündel) ist in Fig. 183 ganz und in Fig. 202 in einem Theile seines Verlaufes sichtbar geworden. Neben ihm steigt, aus dem frontaleren Ganglion kommend, ein Fasersträngchen nach dem Thalamus zu auf, das sich aber bald von seinem Begleiter trennt und im Winkel caudalwärts abbiegend in die Haube hinter der Vierhügelgegend gelangt, wo es bis in die Ganglien, die unter dem Aquaeductus Sylvii liegen, verfolgt werden konnte. Das ist das Haubenbündel des Corpus mamillare.

S. Ramon y Cajal und Kölliker geben neuerdings an, dass aus dem Corpus mamillare nur ein einziges Bündel entspringe, das dorsalwärts ziehe und in einiger Entfernung vom Ursprung seine Axencylinder theile. Die frontalen Theiläste endeten als Tractus thalamo-mamillaris im Nucleus anterior, die caudalen als Haubenbündel in einem Kerne der Brückenhaube. Kölliker lässt auch den Fornix nicht im Mamillare enden, sondern nach Durchquerung desselben sich via Decussatio hypothalamica ant. in den gekreuzten Thalamus begeben, wo er innerhalb der ventralen Kerngruppen enden soll.

Durch die Substantia nigra wird die Faserung, welche aus dem Vorder- und Zwischenhirn nach abwärts zieht, in zwei, ihrer physiologischen Bedeutung nach verschiedene Partieen getheilt, den Fuss und die Haube.

Noch sei kurz der Glandula pinealis (Zirbel), Epiphysis, gedacht, die mit ihren an der Innenfläche des Thalamus verlaufenden Stielen ein Stück des Zwischenhirndaches darstellt (s. Fig. 25 und 26). Sie besteht wesentlich aus soliden Epithelschläuchen, die durch Wucherung der primären Ausstülpung entstanden sind.

Die Zirbel enthält ausser den Schläuchen und reichlichen Gefässen noch den Hirnsand, kleine Concremente von geschichtetem Bau, die wesentlich aus Kalksalzen und geringer organischer Grundlage bestehen.

Ueber die Lage der Glandula pinealis am hinteren Thalamusende, zwischen den Vierhügeln, orientirt Sie Fig. 149.

Ich möchte Sie noch einmal an das erinnern, was Seite 138 über die Bedeutung der Zirbel bei den Reptilien gesagt wurde.

Bis zu der Zirbel scheinen Fasern aus den Zügen der Taenia thalami zu gelangen. Die Taenia erhebt sich vorn neben dem Fornix aus der Tiefe des Riechfeldes und endet, nachdem sie einen Zuzug aus dem Fornix aufgenommen hat, am medialen Thalamusrand entlang ziehend, in dem dicht vor der Epiphyse (s. Fig. 204) gelegenen Ganglion habenulae. Man hat den caudalen Abschnitt der Taeniabündel auch als Pedunculi conarii bezeichnet. Zwischen beiden Pedunculi conarii verläuft die zarte Commissura habenularis, wahrscheinlich ein Kreuzungszug aus den Taeniae, Fig. 183 sehr deutlich im Querschnitt. Dort ist auch zu sehen, wie der beim Menschen fast massive Zirbelkörper noch beim Kaninchen als Ausstülpung des Vorderhirndaches erscheint und in den Plexus chorioides übergeht.

Ganz wie bei den niederen Vertebraten, so zieht auch aus dem Ganglion habenulae der Säuger ein kräftiger Zug hinab zur Basis des Mittelhirnes, der Tractus habenulo-peduncularis.

Nun will ich wieder die Demonstration der Hirnschnitte aufnehmen, welche am Schlusse der letzten Vorlesung unterbrochen wurde. Sie soll Ihnen zu eigenem Nachstudium des heute Vorgetragenen und zur Orientirung behülflich sein. Der Schnitt Fig. 205 folgt ganz direct auf denjenigen der Figur 202.

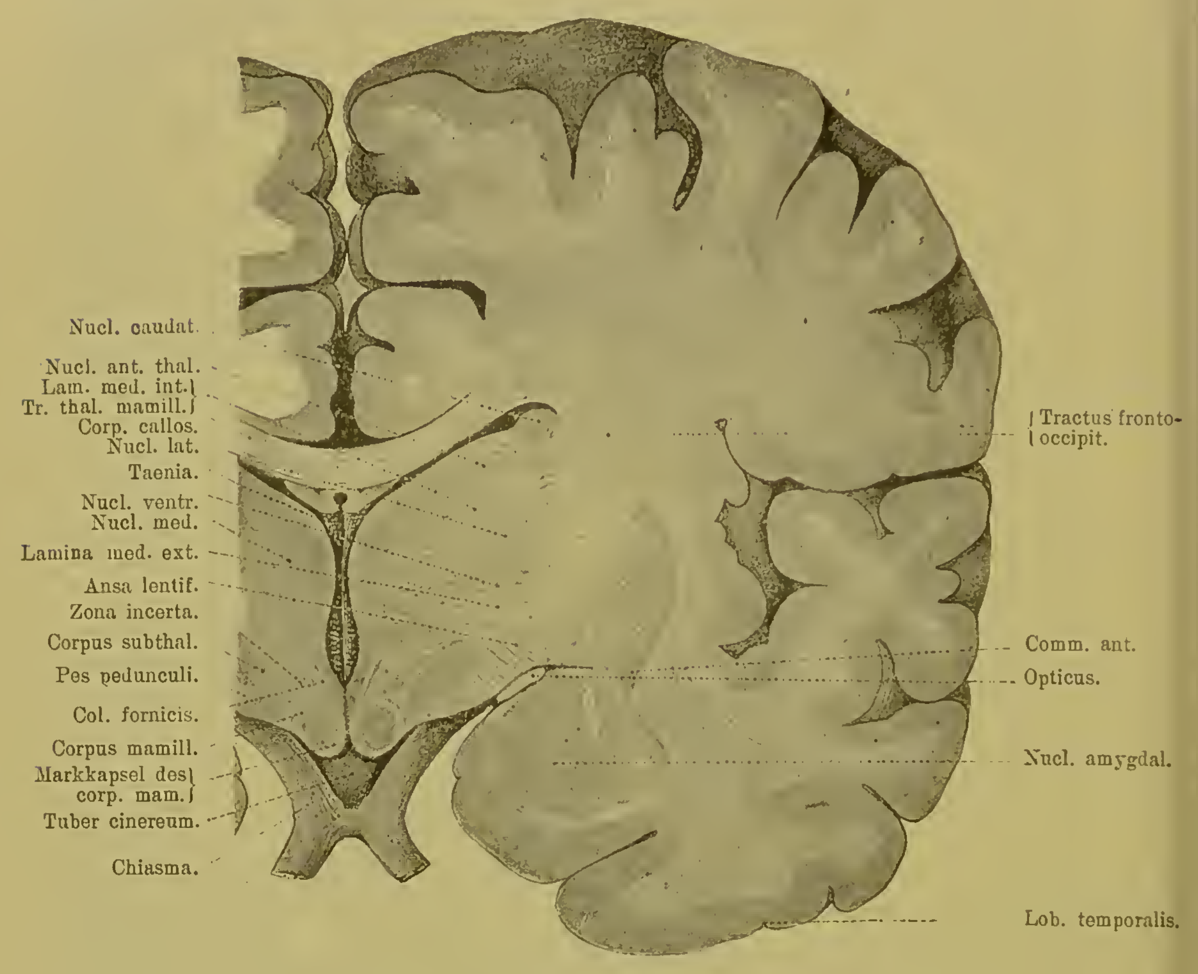


Fig. 205.

Dicht hinter dem Chiasma angelegt, zeigt er einerseits die volle Breitenentwicklung des Thalamus, andererseits als wichtiges Moment das Vortreten der Kapselfaserung an die Hirnbasis, die Anlage des Fusses. Zwischen Fuss und Thalamus legt sich die Regio subthalamica an, und in dieser liegen neue Ganglien. Das „Ganglion der Zona incerta", das Corpus subthalamicum (Luys) und ventral die Gangliengruppe des Corpus mamillare. Die letztere ist umfasst von ihrer Markkapsel, in welcher der Fornix sich zunächst aufgelöst hat, und entsendet nach oben das Haubenbündel Tr. mamillo-tegmentalis und den Tractus thalamo-mamill. Vicq. d'Azyr-Bündel, die zunächst vereint einherziehen.

Der Nucleus lateralis und medialis thalami lassen dorsal zwischen sich noch dem caudalen Ende des Nucleus ant. Raum, ventral fliessen sie zusammen. Hier beginnt die Region des Nucleus ventralis. Der caudalste Antheil der Ansa lentiformis strahlt hier ein, und andere Fasern aus dem Stammganglion wenden sich

zu den grauen Kernen der Regio subthalamica. Die Lamina medull. interna thalami ist viel faserreicher geworden, und zwischen Gitterschicht und seitlichem Kern entwickeln sich die Züge der Lamina med. externa thalami. Das Stratum zonale ist wesentlich verschmälert, und die Taenia nun reiner zu erblicken. Linsenkern, Vormauer, Kapsel, Inselrinde bieten ausser etwas veränderten Formen nicht etwas wesentlich von früher gezeigten Schnitten abweichendes. Im Markweiss dürfen die langen Associationszüge noch immer an den gleichen Stellen gesucht werden, wo sie in Schnitt Fig. 202 lagen.

Caudal von der Gegend des vorigen Schnittes legen sich in der Regio subthalamica und in der hier erwachsenden Haube die einzelnen Bestandtheile so enge an einander an, dass sie ohne Färbung und Vergrösserung zumeist nicht abscheidbar sind. Es wird desshalb an den Abbildungen weiter vorn im Texte Vieles klarer sein als in Fig. 206, die ich jetzt demonstrire.

Die Thalamusganglien sind fast ganz unter einander verschmolzen. Nur die Form der Zellen und degenerative Vorgänge gestatten noch die Abscheidung spe-

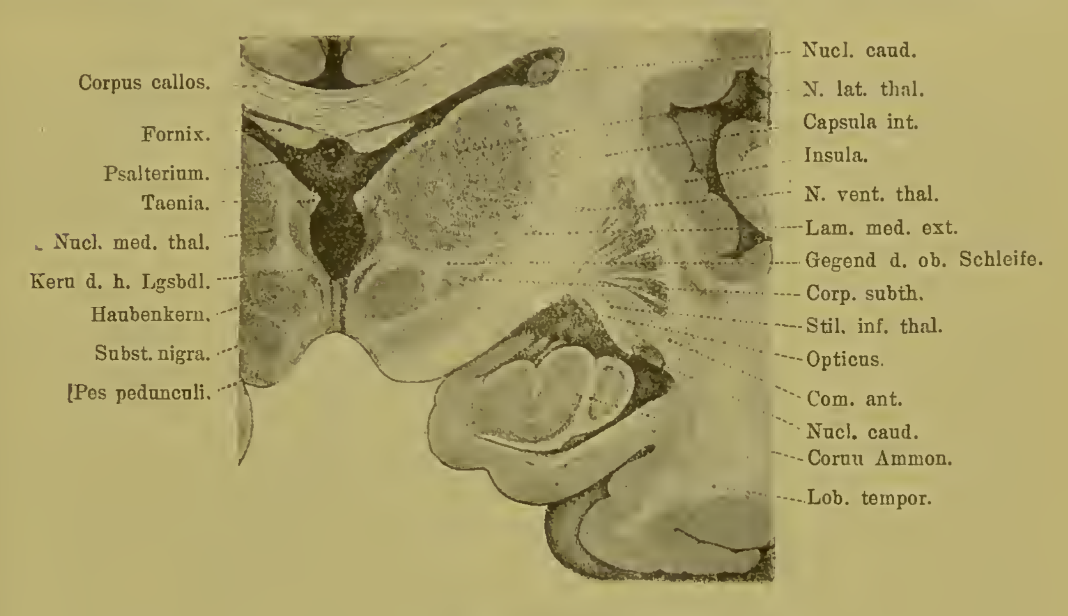


Fig. 206.

Schnitt durch die Gegend der Regio subthalamica.

cieller Kerne. Am meisten haben der Nucleus lateralis und der Nucleus ventralis an Ausdehnung gewonnen, der mediale und der vordere Kern sind ganz verschwunden. Hier, nahe von dem Eingange in den Aquaeduct, verbreitert sich auch die Schicht des centralen Höhlengraues. Dicht nach aussen von ihr treten die „sagittalen Kerne des Zwischenhirnes", die Kerne des hinteren Längsbündels auf. Dann folgt lateral der rothe Haubenkern und an der Stelle, wo im letzten Schnitte das Corpus subthalamicum gelegen hat, die Substantia nigra. Das erst genannte Ganglion ist bis auf einen kleinen weiter lateral liegenden Rest verschwunden. In dem hellen Felde ventral vom Thalamus sammeln sich Fasern aus dem caudalsten Gebiete der Stammganglionfaserung, eine Kapsel um den rothen Kern bildend, zum Theile in ihn eintretend, dann die Züge der Lamina medullaris externa und von dieser noch durch Grau getrennt im ventralsten Thalamuskern die Fasern der oberen Schleife. Die innere Kapsel enthält an dieser Stelle wesentlich die Haubenstrahlung zum Thalamus und Züge aus dem caudalen Schläfenlappengebiete zum Thalamus, auch solche von ebendaher zum Hirnschenkelfusse, und zwar zu dessen lateraler Abtheilung.

Ventral von dem hier erheblich verkleinerten Putamen erkennt man die Ausstrahlung der Commissura anterior in die Umgebung des Unterhornes. In das Unterhorn selbst sieht man nun die frontalste Partie des Ammonshornes sich einstülpen. Das Dach des Unterhornes enthält hier auch den nach unten gekrümmten Schwanz des N. caudatus, dann natürlich die Faserung aus dem Schläfenlappen zum Thalamus. Ausserhalb des Ventrikels und von diesem durch den Plexus chorioides geschieden, liegt der Tractus opticus. Der Hirnschenkelfuss ist von dem der anderen Seite durch die Substantia perforata posterior getrennt.

Die beiden Fornixsäulen vereint die kurze dünne Platte des Psalteriums.

Einundzwanzigste Vorlesung.

Die Basis des Gehirnes. Der Sehnerv und sein Ursprung. Die Vierhügel.

Bis heute haben wir noch keine Gelegenheit genommen, die Hirnbasis eingehender zu betrachten. Jetzt, wo uns die Herkunft mehrerer dort liegender Gebilde bekannt ist, mag es an der Zeit sein, ein Gehirn, mit der Basis nach oben gekehrt, sauber von der Pia und den Gefässen zu befreien und das Präparat zu studiren.

Die nachstehende Abbildung kann dabei als Wegweiser dienen. Zunächst sehen Sie aus der Masse des Grosshirnes die Hirnschenkel hervortreten. Dicht vor ihnen, in dem Raume, der hier zum grössten Theil vom Sehnerv verdeckt ist, liegt die Substantia innominata, welche die Linsenkernschlinge und den unteren Thalamusstiel enthält, siehe auch Fig. 201. Früher demonstrirte Frontalschnitte haben Sie belehrt, dass die weisse, hier sichtbare Masse, der Fuss, die directe Fortsetzung von Fasern der inneren Kapsel ist. Nach kurzem Verlaufe wird der Hirnschenkel bedeckt von dicken Fasermassen, welche quer über ihn hin von einer Kleinhirnhälfte zur anderen zu ziehen scheinen. Diese werden als Brückenfasern, Fibrae pontis, bezeichnet. Jenseit der Brücke tritt ein Theil der im Hirnschenkelfuss enthaltenen Fasern als Pyramiden wieder zu Tage, ein anderer hat in Ganglien, welche zwischen die Brückenfasern eingesprengt sind, sein Ende gefunden.

Die graue Substanz zwischen den Hirnschenkeln heisst Substantia perforata posterior. Sie bildet den Boden der Regio subthalamica. Vor ihr liegen die Corpora mamillaria, jene beiden rundlichen Ganglien, welche wir vorhin auf dem Querschnitt kennen lernten, dieselben, zu denen das Vicq d'Azyr'sche Bündel aus dem Thalamus gelangt, dieselben, in denen der Fornix endet.

Vor den Corpora mamillaria wölbt sich der Boden des mittleren Ventrikels, welcher hier als Tuber cinerum bezeichnet wird, ventralwärts vor, so dass ein Trichter entsteht, dessen Lumen nur die Fortsetzung des Ventrikels ist. Unten am spitzen Ende dieses Trichters, des Infundibulums, hängt die Hypophysis, s. Fig. 201 u. 205.

Die Hypophysis, ein etwa kirschgrosser Anhang der Hirnbasis, besteht zunächst aus der Fortsetzung des Ventrikelbodens, Lobus infundibuli, Lobus posterior, welche nicht sicher nervöser Natur ist. Vor diesem liegt der Vorderlappen, ein aus Epithelschläuchen gebildeter Knäuel, welcher fest mit dem Lobus infundibuli verwachsen ist und, wie Sie wissen, aus der Rachenschleimhaut stammt. Neuere Untersuchungen (Flesch, Dostojewsky) liessen in ihm zweierlei Zellen, kleinere helle und grössere körnig trübe, erkennen. Da bekanntlich ganz ähnliche Elemente

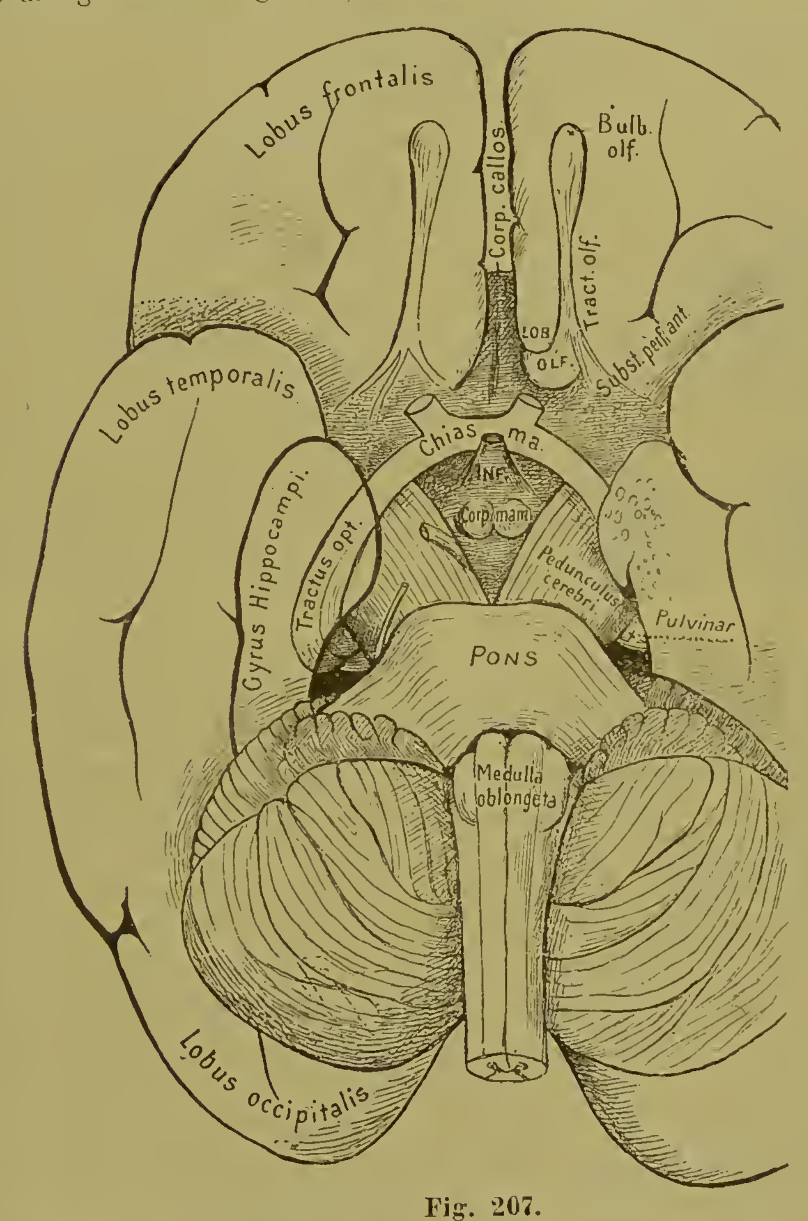


Fig. 207.

Die Basis des Gehirnes; der linke Lobus temporalis zum Theil durchsichtig gedacht, um den ganzen Verlauf des Tractus opticus erkennen zu lassen.

in mehreren sehr activen Drüsen vorkommen, so wird es wahrscheinlich, dass auch die Hypophysis noch irgend eine physiologische Function erfüllt. Eben darauf weist auch die in mehreren Fällen von Myxödem bisher nachgewiesene Grössenzunahme des epithelialen Theiles hin. Zwischen dem pharyngealen und dem cerebralen Hypophysislappen findet man noch eine Anzahl weiterer epithelbedeckter Schläuche, deren Hohlraum, soweit ich bisher sehen kann, weder mit dem einen, noch anderen Hypophysistheil zusammenhängt. Der beistehende Sagittalschnitt

durch die Hypophysis einer 4 Monate alten menschlichen Frucht zeigt sehr deutlich alle 3 Hypophysistheile. Die Ausmündung der Hypophyse zwischen Dura und Pia, welche B. Haller für die Thiere behauptet, ist beim Menschen noch nicht gefunden.

In weitem Bogen um das Infundibulum und über die Hirnschenkel weg ziehen in der Richtung nach dem Pulvinar des Thalamus die Tractus optici. Beiderseits, durch den Lobus temporalis verdeckt, krümmen sie sich um den Ursprung der Hirnschenkel nach oben aussen zum Corpus geniculatum laterale und dem Pulvinar hinauf.

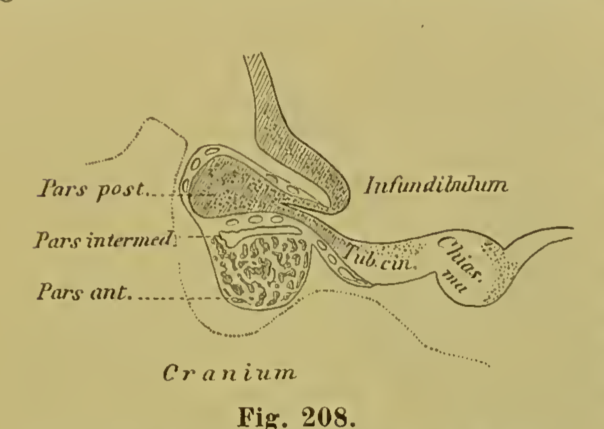


Fig. 208.

Sagittalschnitt durch den Hirnboden und die Hypophysis vom viermonatlichen menschlichen Embryo. Combinirt aus drei auf einander folgenden Schnitten.

Vorn vor dem Infundibulum vereinigen sie sich zu dem Chiasma, aus dem nach Kreuzung eines Theiles ihrer Bündel die Nervi optici hervorgehen.

Vor den Tractus, nach aussen vom Chiasma, liegt dicht unter dem vorderen Theil des Corpus striatum die Substantia perforata anterior, eine graue, von zahlreichen Piagefässen durchbrochene Masse. Vor ihr beginnt das Gebiet des Lobus olfactorius.

Die Substantia perf. ant. ist nichts anderes als das beim Menschen sehr atrophisch gewordene Riechfeld. Mit dem ganzen Riechapparat ist bei den Primaten auch der Lobus olfactorius atrophirt. Von ihm hat sich beim Menschen nur der caudalste Theil noch, Fig. 199 u. 200, mit Rindenstructur erhalten, der vordere ist zu einem unscheinbaren grauen Strang, dem Tractus olfactorius, geschwunden, dem vorn der kleine Bulbus olf. aufsitzt. Aus dem Bulbus entspringen aber, gerade wie bei den Thieren, noch immer die mächtigen Faserzüge der Riechstrahlung. Indem sie rückwärts zur Rinde des Lobulus olfactorius und der Gegend der Ammonswindung ziehen, müssen sie über den Tractus hinweg, dem sie an der Unterfläche eine weisse Farbe verleihen. Am Riechfeld — hier also Substantia perforata ant. — angelangt, spalten sich aber, ganz wie bei den osmatischen Thieren, die hier allerdings wesentlich dünneren Züge auf und ziehen als weisse Stränge — früher Olfactoriuswurzeln genannt — über die graue Substanz weg. Man kann gewöhnlich einen lateralen Zug, oft in zwei gespalten, von einem medialen trennen. Der erstere senkt sich nahe am Gyrus hippocampi allmählich in die Tiefe. Zuweilen sieht man ein dünnes helles Querband über die Substantia perf. ant. hinweg von aussen nach innen oben ziehen. Es ist nichts anderes als der atrophische Rest des Riechbündels zum Ammonshorn, das bei den osmatischen Thieren hier so schön zu sehen ist. Wollen Sie, ehe Sie die Betrachtung der Hirnbasis aufgeben, noch einmal die Figur 164 aufschlagen, weil hier am osmatischen Gehirne so viele Verhältnisse klarer und kräftiger sich aus-

gebildet zeigen. Namentlich der Riechapparat wird Ihnen dann klarer werden.

Am medialen Rande der Substantia perf. ant. senkt sich die Balkenfaserung bis an die Hirnbasis herunter. Die Erhebung, die sie hier an der Innenrinde der Hemisphäre bis nahe an die Basis macht, wird als Gyrus subcallosus bezeichnet. Zwischen beiden Gyri subcallosi liegt eine graue Platte, die nach oben bis an das Balkenknie verfolgt werden kann. Es ist die Lamina terminalis. In ihr müssen wir noch einen Rest der embryonalen Schlussplatte erkennen, jener Wand, welche einst das primäre Vorderhirn abschloss, derselben, aus der die jetzt so mächtigen Hemisphären sich vorgewölbt haben. Jetzt ist sie nur noch eine kleine graue, wenig gewürdigte Stelle, die am vordersten Punkte der Grosshirnbasis liegt, s. auch Fig. 157.

Wenn eine Affection lediglich die Hirnbasis vor dem Pons betrifft, werden die Symptome, welche durch Reizung oder Lähmung der dort liegenden Nerven erzeugt werden, die zur Diagnose weitaus wichtigsten sein. Dazu können sich noch, wenn die Hirnschenkel mit betroffen werden, Motilitäts- und Sensibilitätsstörungen in den Extremitäten einstellen; eine genaue Analyse der Symptome an Hand einer Abbildung der Hirnbasis führt oft zu recht scharfer Localdiagnose.

Da im Chiasma die Sehnervenfasern nur partiell kreuzen, so bedürfen die von Druck auf dasselbe ausgehenden Erscheinungen einer besonderen Erwähnung. Sie führen zuweilen zu ausserordentlich scharfer Präcisirung eines störenden Krankheitsherdes. Läsionen der aus dem Chiasma entspringenden Sehnerven erzeugen Affection des Sehvermögens auf dem ganzen von dem betreffenden Nerven versorgten Auge, und eine Läsion, welche das ganze Chiasma trifft, ruft natürlich doppelseitige Blindheit hervor. Sitzt aber ein Herd caudal vom Chiasma, in dem einen oder anderen Tractus, so erzeugt er nur Hemianopsie. Es fällt das nasale Gesichtsfeld auf dem gleichen, das temporale auf dem gekreuzten Auge aus. In seltenen Fällen hat man nur die nasale Hälfte des Gesichtsfeldes ausfallen gesehen, gewöhnlich war dann eine Läsion des lateralen Abschnittes des gleichseitigen Tractus vorhanden; auch doppelseitiger Ausfall des nasalen Gesichtsfeldes ist beobachtet. Ursache waren erweiterte Karotiden, die jederseits auf das Chiasma drückten. Häufiger schon scheint ein doppelseitiger Ausfall der temporalen Gesichtsfeldhälften zu sein. Die Ursache ist immer zu suchen in einer Affection, welche, im caudalen Winkel des Chiasma sitzend, beide kreuzende Bündel zerstört. Wiederholt bei Hypophysistumoren — und Akromegalie — beobachtet. Natürlich kommen alle

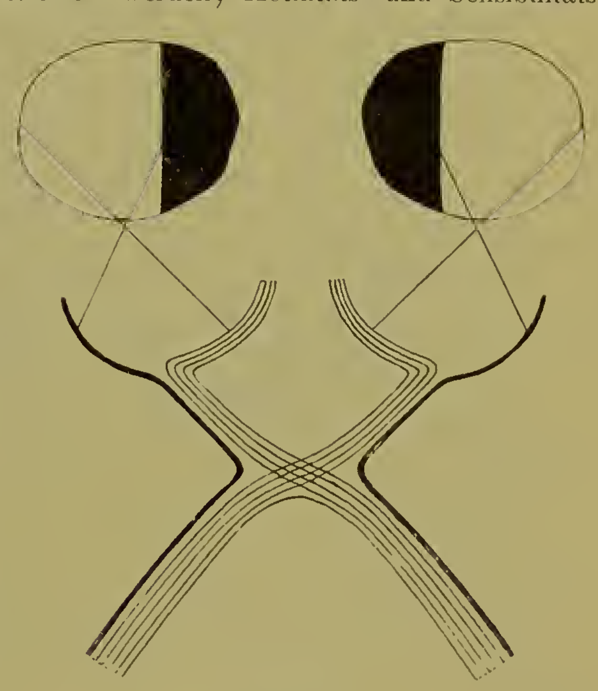


Fig. 209.
Schema des Faserverlaufes im Chiasma, zur Erklärung der Hemianopsie bei Basisherden.

möglichen Combinationen vor. Beispielsweise wird ein Tumor, der von links her in das Chiasma hineinwächst und es zerstört, beide Gesichtsfeldhälften des linken Auges und die laterale des rechten vernichten, während die mediale Gesichtsfeldhälfte des rechten Auges so lange frei bleiben wird, als nicht die lateralsten Fasern des rechten Tractus ergriffen werden.

Die Tractus optici krümmen sich um den Hirnschenkel herum und verschwinden weiter dorsal in der Gegend der Corpora quadrigemina, besonders in einem kleinen, jenen seitlich anliegenden Ganglion, dem Corpus geniculatum laterale.

Wollen Sie den wirklichen Endpunkt der Sehnerven nun näher kennen lernen, so müssen Sie zunächst diesen eben erwähnten Theilen des Mittelhirnes Ihre Aufmerksamkeit schenken. Die folgende Abbildung zeigt die Vierhügel von oben gesehen. Sie liegen auf den Hirnschenkeln etwas zwischen die Thalami hineingeschoben. Hinter ihnen kommt jederseits ein starker Faserzug, der aus dem Kleinhirn stammt. Es ist der Bindearm oder vordere Kleinhirnschenkel. Er endet in Ganglien unter dem Thalamus und den Vierhügeln.

Man unterscheidet die vorderen von den hinteren Vierhügeln; doch nur bei vielen Säugern ist die Unterscheidung dem blossen Auge leicht, bei allen anderen Vertebraten sind die vorderen so mächtig, dass die hinteren als kleines Ganglion in der Tiefe unter ihnen verschwinden. Aus den vorderen Vierhügeln entspringt ein Theil der Sehnerven. Sie erhalten, wie der Thalamus, Fasern aus dem Gebiet des Hinterhauptlappens, welche in der Sehstrahlung zur inneren Kapsel verlaufen und von da als vorderer Vierhügelarm zu ihnen aufsteigen. In eben diesem Arm verlaufen nach abwärts Fasern zum Tractus selbst.

Der vordere Vierhügelarm, welcher also aus Fasern von der Rinde und aus solchen zum Tractus zusammengesetzt ist, tritt nur mit den Gehirnfasern in den Vierhügel ein, seine Sehnervenfasern überziehen dessen graue Oberfläche als Stratum zonale und senken sich dort in die Tiefe.

Der hintere Vierhügel scheint zwar auch zunächst mit dem Tractus opticus in Verbindung zu stehen, es ist aber sehr unwahrscheinlich, dass er Fasern enthält, die beim Sehacte benutzt werden. Sein Arm stammt aus dem Corpus geniculatum mediale und aus der bisher noch nicht erwähnten Commissura inferior (Gudden'sche Commissur), welche mit dem Tractus opticus zum hinteren Winkel des Chiasma gelangt.

Seinen Stabkranz erhält er (Monakow) aus dem Lobus temporalis. Die ausserordentliche Entwicklung des hinteren Hügels bei Walthieren und die mächtigen Züge, welche bei diesen Thieren von dort zum gekreuzten Acusticuskern ziehen, machen es wahrscheinlich (Spitzka), dass dies Ganglion in irgend einer Beziehung zum Hörnerven steht. Die Resultate darauf gerichteter experimenteller Untersuchungen stehen damit in Einklang. Es atrophirt nach Zerstörung der Hörnervenkerne deren secundäre Faserung bis zu den hinteren Hügeln (Baginsky, Bumm).

Von der Seite her ist die Lage der Vierhügelarme zu den Ganglien und zum Tractus opticus ganz deutlich, ebenso die Lage der Corpora

geniculata, des C. g. mediale, das dem hinteren Arm eng anliegt, und C. g. laterale, welches zwischen Pulvinar und Tractus opticus eingeschaltet zu sein scheint, und dessen schon bei Besprechung des Thalamus gedacht wurde.

Aus dem letzteren Ganglion bekommt der Tractus opticus Fasern, ausserdem solche aus dem Pulvinar thalami und von dessen Stratum zonale.

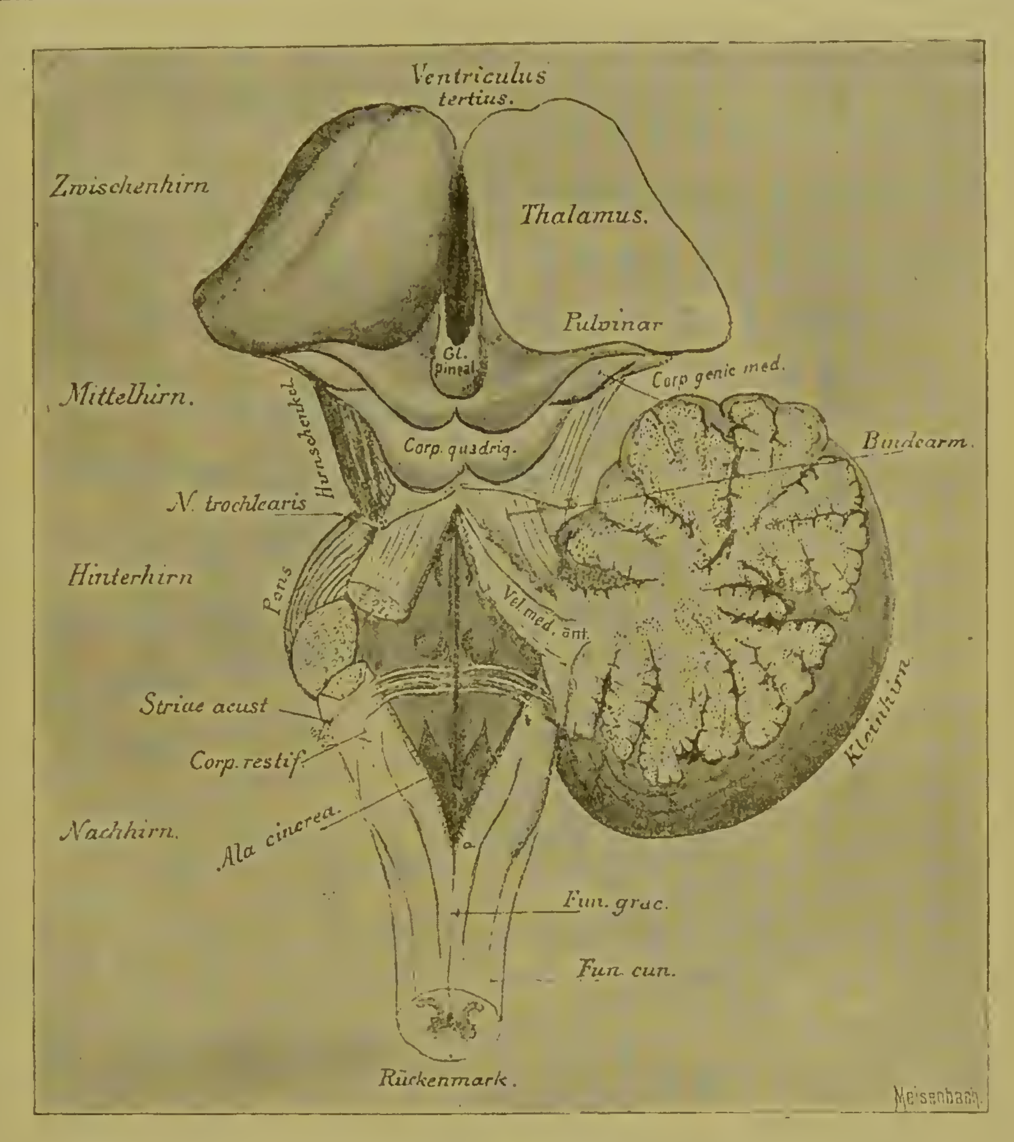


Fig. 210.
Die Gehirntheile vom Thalamus bis zum Rückenmark (der „Hirnstamm"). Das Cerebellum gespalten und links abgetragen.

Die Opticusfasern aus den vorderen Vierhügeln wurden vorhin erwähnt. Sie verlaufen wohl zum grössten Theil im Arm des vorderen Hügels.

Bei den niederen Wirbelthieren entspringt der Sehnerv zum grössten Theile aus den vorderen Vierhügeln, die anderen Ursprungsorte treten dagegen sehr zurück. Je mehr sich aber die occipitale Hirnrinde ausbildet, welche ihre Faserung wesentlich in die anderen Endstätten sendet und den Vierhügel nur mit einem relativ geringen Zuzug versieht, um so mehr Sehnervenfasern entspringen aus jenen und um so weniger aus den Vierhügeln. Das geht noch in der Säugethier-

reihe so fort. Der noch beim Kaninchen sehr mächtige Antheil des Opticus aus dem vorderen Hügel ist beim Menschen ganz bedeutend atrophirt. Umgekehrt stammt bei dem Menschen die Hauptmasse des Sehnerven aus dem Corpus geniculatum laterale.

Man kann das so ausdrücken: Thiere, die auf das Sehen mit den primären Endstätten allein oder fast allein angewiesen sind, haben vorwiegende Ausbildung des Vierhügelastes des Sehnerven. Sobald aber das Rindensehen sich mehr entwickelt, treten die zur Rinde in engerer Beziehung stehenden Endstätten — Pulvinar, Corpus geniculatum laterale — in den Vordergrund und verringert sich relativ die Vierhügelportion des Opticus.

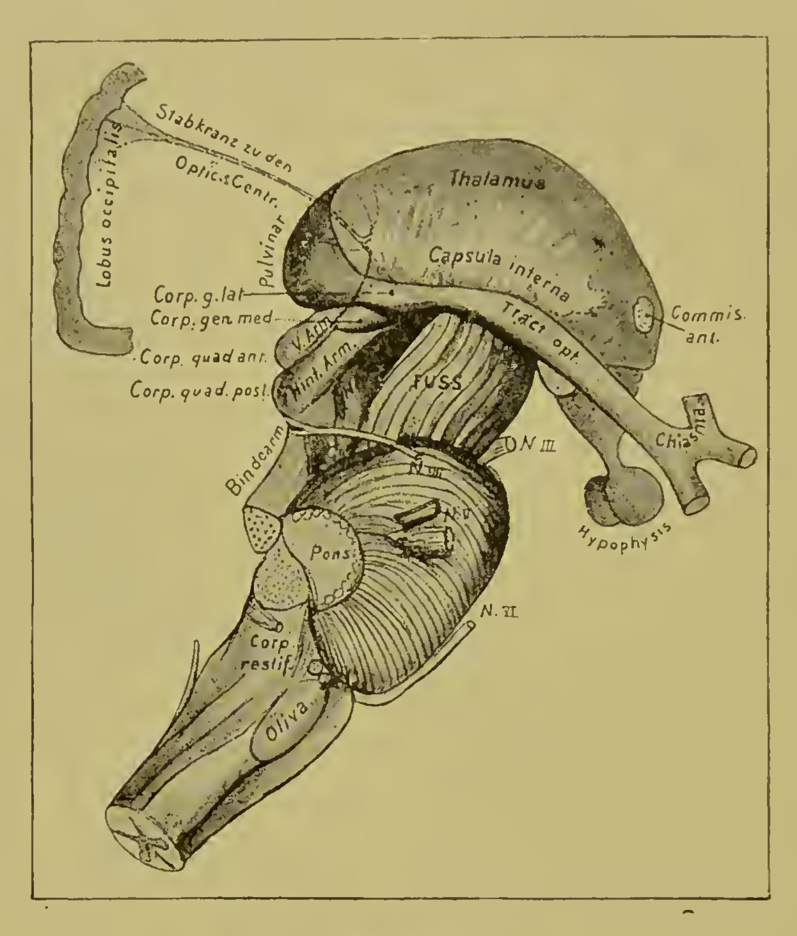


Fig. 211.

Thalamus und Corpora quadrigomina von der Seite gesehen. Das Vorderhirn da abgetrennt, wo seine Stabkranzfasern in die Capsnla interna treten. Schematisch ist das Verhalten der Sehstrahlung znm hinteren Theile der Kapsel und zu den Ursprungsstellen des Opticns angedeutet.

So stellt sich der Sehnervenursprung am Präparat vom erwachsenen Menschen dar. Nach J. Stilling kommt dazu noch eine im Hirnschenkelfusse aus der Oblongata aufsteigende Wurzel. Es sind nun aber alle diese Fasern und Kerne beim Menschen so schwierig richtig zu deuten, dass wir uns fragen müssen, wie weit die betreffenden Befunde durch Untersuchungen an anderen Objecten gestützt werden. Zunächst bietet die vergleichende Anatomie in dem Mittelhirne der Fische und Vögel Opticuscentren von solcher Mächtigkeit, dass dort die Verhältnisse viel leichter als bei Säugern studirt werden können. Bei diesen Thieren, aber auch bei den Reptilien und Amphibien, erkennt man leicht, dass der Sehnerv in seiner

Hauptmasse sicher in dem vorderen Vierhügel endet, und dass er auf seinem Laufe über das Corpus geniculatum laterale hinweg zahlreiche Collateralen in dieses schickt. Experimentelle Untersuchungen (Gudden, Ganser, Monakow) an Säugern ergeben, dass nach früher Ausrottung eines Auges der vordere Vierhügel, gewisse Schichten des Corpus geniculatum laterale und Fasern aus dem Pulvinar entarten. Das Pulvinar ist übrigens bei den meisten Säugern sehr klein und erreicht erst bei den Primaten einige Grösse. Da der Opticus der niederen Vertebraten ein Bündel aus dem Ganglion isthmi oder dessen Nachbarschaft erhält, so ist nicht unwahrscheinlich, dass auch bei Säugern ein solches, bisher noch nicht gefundenes, existirt. S. Schema Fig. 112.

Schon aus dem Vorstehenden erhellt, dass mannigfache Untersuchungsmethoden angewendet worden sind, um den Verlauf und das Ende der Sehnervenfaserung zu ermitteln. Ich habe Ihnen das absichtlich etwas genauer mitgetheilt, weil die Geschichte unserer Kenntnisse hier lehrt, wie viel durch Anwendung vieler Methoden auf ein Object zu gewinnen ist, dann aber auch, weil ich noch über neue Fortschritte zu berichten habe, die, der zielbewussten Anwendung der Degenerations-

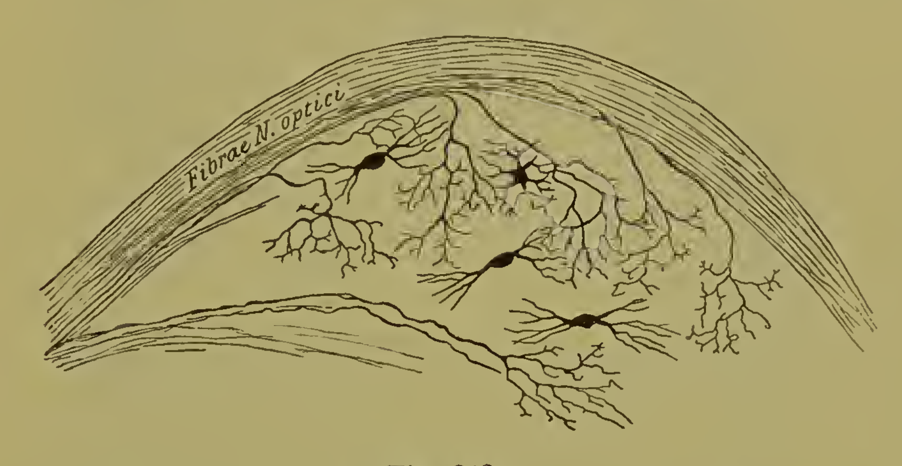


Fig. 212.

Schnitt durch das Corpus genic. lat. der Katze. Versilberung. Einstrahlen der Opticusfasern und Auflösen derselben in Pinsel. Nach P. Ramon y Cajal.

methode entstammend und durch die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte gestützt, über die Zusammensetzung und die histologische Endigungsweise des Opticus sehr Wichtiges lehren.

Sie wissen, dass nur solche Fasern entarten, welche von ihrer Ursprungszelle getrennt sind. Je nachdem man den Sehnerv an seinem Augenende zerstört oder in seinen Endpunkten schädigt, erhält man ganz verschiedene Degenerationsbilder. Das Studium solcher variirter Präparate hat nun Monakow zu dem Schlusse gelangen lassen, dass die Mehrzahl der Sehnervenfasern gar nicht aus Zellen des Gehirns, sondern aus den grossen Ganglienzellen der Retina stammen muss. Die dort entspringenden Axencylinder ziehen im Opticus rückwärts und enden beim Menschen zumeist im Corpus geniculatum laterale und im Pulvinar, wahrscheinlich in pinselförmiger Aufsplitterung um die dort gelegenen Zellen herum. Die weissen Linien, welche das Grau des äusseren Kniehöckers durchziehen, bestehen zum Theile aus solchen Fasern, die direct aus der Retina kommen. In der That haben P. und S. Ramon y Cajal bei Wirbelthieren aller Klassen im Mittelhirndache und im Corpus geniculatum laterale solche pinselförmig um Zellen herum endende Opticusfasern nachweisen können. S. auch Fig. 85 u. 98.

Es giebt aber im Opticus auch Fasern, die aus dem Gehirne entspringen. Aus den Zellen, welche in der oberflächlichen grauen Schicht des

vorderen Vierhügels liegen, entspringen beim Kaninchen und der Katze sicher, beim Menschen sehr wahrscheinlich Opticusfasern, die sich dann nach der Retina begeben und dort, wahrscheinlich in einer Aufzweigung um die Zellen der Körnerschicht herum enden. Der Sehnerv enthält also Fasern, die aus der Retina, und solche, die aus den primären optischen Centren stammen. Entwicklungsgeschichtliche Studien von Keibel und His haben gelehrt, dass ein Theil der Opticusfasern aus den grossen Zellen der Retina hirnwärts auswächst.

Während die behaupteten Opticuswurzeln aus dem Corpus subthalamicum und aus dem Hirnschenkel einstweilen noch nicht so wie nöthig durch verschiedene Untersuchungsmethoden bestätigt sind, können wir heute als gesichert wohl ansehen, dass Sehnervenfasern entspringen und enden: im Corpus geniculatum laterale, im oberflächlichen Marke des vorderen Vierhügels und in den äussersten Schichten des Pulvinar. Diese letztgenannten grauen Massen bezeichnet man als primäre Opticuscentren.

Für diese Centren ist in befriedigend sicherer Weise ein Zusammenhang mit der Rinde des Occipitallappens nachgewiesen. Die betreffenden Fasern bilden die Radiatio thalamo-occipitalis, Sehstrahlung, Gratiolet's Bündel, einen nicht unbeträchtlichen Faserzug, der sich aus den primären Centren in gesonderten Bündeln entwickelt und von da rückwärts zieht, um sich in der Rinde des Cuneus und der Gegend etwa der zweiten und dritten Occipitalwindung zu verlieren.

In ihrem Ursprungsgebiet, der Rinde, und auf dem nächsten Verlaufe von da weg lassen sich die Stabkranzfasern zu den einzelnen optischen Endstätten nur schwer von einander sondern. Weiter frontal aber erkennt man, dass die Fasern zum Pulvinar den dorsalen, die zum Geniculatum laterale den ventralen Abschnitt einnehmen. Erst im caudalsten Abschnitte der inneren Kapsel dicht vor dem Eintritte in die primären Centren — Fig. 213 — sind die einzelnen Theile der Sehstrahlung scharf von einander gesondert. Der Stiel zum Corpus geniculatum laterale liegt diesem als laterales Markfeld dicht an. Es stammt aus dem Cuneus, vielleicht auch noch aus dem Lobus lingualis. Dorsal von ihm treten die aus den beiden Occipitalwindungen stammenden Fasern der Sehstrahlung in das Pulvinar. Ihnen sind weiter dorsal Züge angelagert, welche sich in der Gitterschicht des Thalamus verlieren.

Auf einem Frontalschnitte, der durch den vordersten Theil der Vierhügel geht, sind diese Verhältnisse der centralen Sehbahn wohl zu erkennen.

Da ich Ihnen noch keinen Schnitt aus dem Mittelhirngebiete vorgelegt habe, so bedarf Figur 213 zum Anschluss an die früher demonstrirten Hirnabschnitte vom Menschen noch einiger Worte der Erklärung.

Der weiter vorn nur vom Epithel des Plexus dorsal. abgeschlossene Ventrikel hat sich nämlich hier im Bereiche des Mesencephalon zum Aquaeductus Sylvii verengert. Ueber diesem liegen als Dach die vorderen Vierhügel. Da diese, wie Figur 149 Ihnen zeigte, etwas frontalwärts zwischen die hinteren Thalamusenden hineinragen, so sind denn auch beiderseits von den Vierhügeln die caudalsten

Thalamusganglien, diejenigen des Pulvinar angeschnitten. Dieser Thalamusabschnitt erreicht hier seine grösste Ausdehnung.

Auf unserer Abbildung ist eine Kerngruppe nicht zu sehen, die erst bei Färbung und stärkerer Vergrösserung deutlich wird. Sie liegt innerhalb des grossen als Pulvinar bezeichneten grauen Complexes ventral und ziemlich medial, nahe der Grenze zwischen Thalamus und Mittelhirnformation. Ein rundlicher Körper, „Centre median", Luys, ist von einem „schalenförmigen Kerne", Tschisch, ventral und lateral umfasst. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass diese Kerngruppe der Doppelgruppe des Nucleus lentiformis Mesencephali, welche wir bei den niederen Vertebraten kennen gelernt haben, gleich ist.

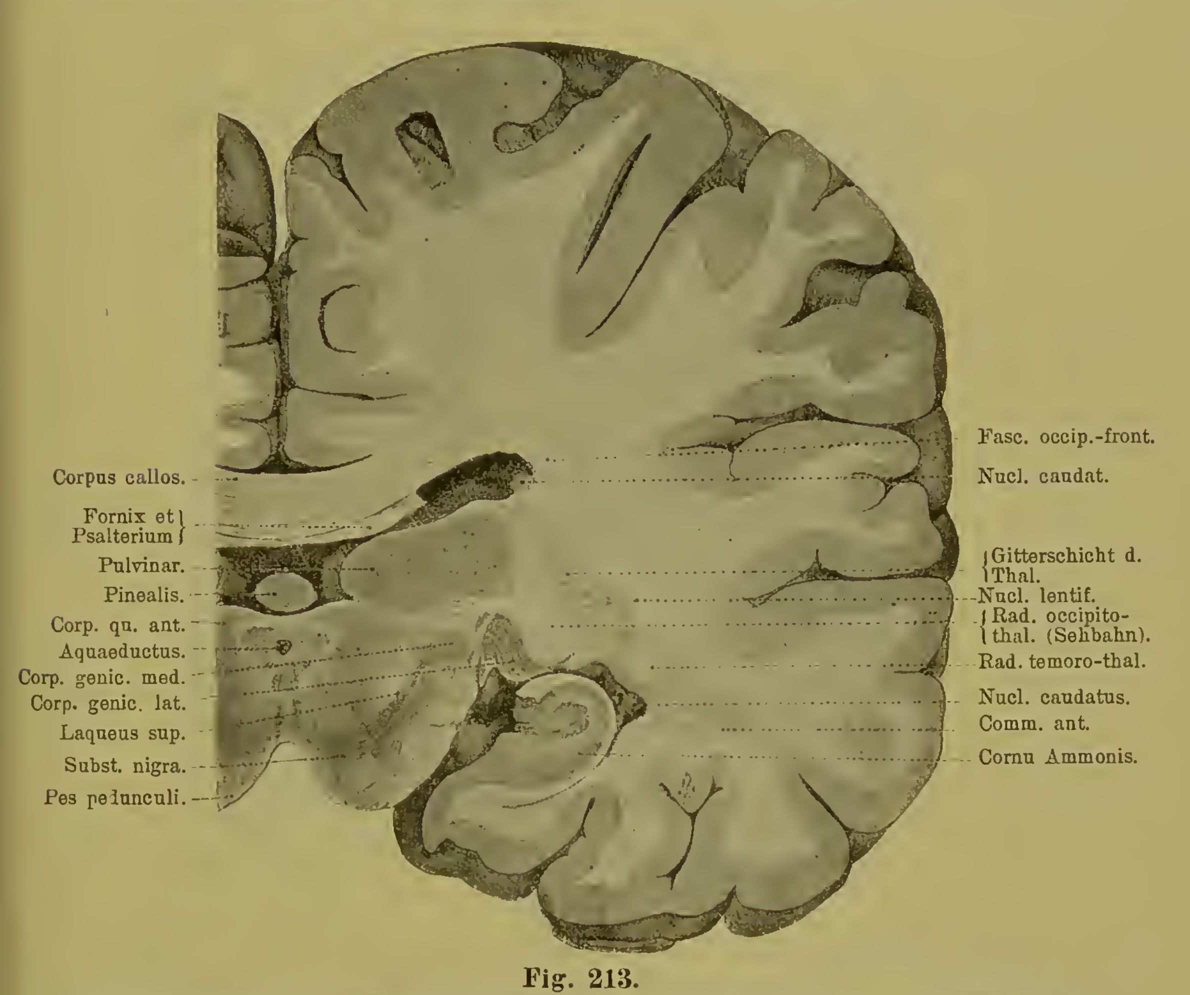


Fig. 213.

Frontalschnitt durch das Vorder- und Zwischenhirn nahe an der Stelle, wo Fasern der Capsula interna zum Fusse des Hirnschenkels werden.

Ventral vom Pulvinar begegnen Sie, wie schon ein Blick auf Figur 211 ergiebt, dem Corpus geniculatum laterale und dem Corpus geniculatum mediale.

Das Geniculatum mediale liegt in der directen Verlängerung des Nucleus ventralis thalami. Es hat die Schleifenfaserung medialwärts, zu der sich in diesen Ebenen schon Fasern aus dem Mittelhirndache gesellen.

Im ventralen Gebiete des Geniculatum laterale erschöpft sich der Tractus opticus fast ganz, einzelne Bündel, die über das Genic. mediale weg zum Stratum zonale der Vierhügel ziehen, abgerechnet.

Hirnschenkelfuss und Haube sind nun voll entwickelt. Sie sollen erst in der nächsten Vorlesung genauer geschildert werden.

Alle 3 Kerne erhalten in dieser Ebene ihren Zuwachs aus dem Stabkranze.

Die Sehstrahlung, Radiatio occipito-thalam., und die Bahn aus dem Schläfenlappen zum Genic. mediale, die schon auf der vorigen Abtheilung als Stiel desselben bezeichnet war, sind nun deutlich sichtbar.

Das Markweiss enthält in seinem dorsalen Gebiete vorwiegend Balken- und kurze Associationsfaserung. Von langen Bahnen kann etwa der F. arcuatus hierher verfolgt werden. In seiner ventralen Hälfte besteht das Weiss vorwiegend aus der Faserung, welche dem Occipitallappen entstammt und entweder Eigenfaserung dieses oder Stabkranzfaserung zum Thalamus und lateralen Fussbündel ist. Ziemlich an der Grenze des dritten und vierten Viertels der Höhe liegt die Radiatio occipito-temporalis, der Fasc. longit. inferior.



Fig. 214.

Die Fornixschenkel sind nun nicht mehr da, es liegt unter den Balken vielmehr die breite Platte des Psalteriums, an deren Rändern die Fimbriae liegen. Durch Faseraustausch in diesem Gebiete entstehen die wirklichen Fornixsäulen. Ganz unten ist der Ursprung der Fimbria aus dem Markweiss der Ammonsrinde und dessen Lage zum Unterhorn des Ventrikels zu bemerken.

Wir wollen die Sehstrahlung nun gleich weiter rückwärts bis in die Spitze des Occipitallappens hinein verfolgen, damit sich ihr Gesammtbild klar entwickle. Desshalb lege ich hier in Fig. 214 einen Schnitt vor, der ca. 3/4 Cm. hinter demjenigen von Fig. 213 angelegt ist.

Die vorderen Vierhügel sind gerade halbirt. Von der Schnittfläche des Hirnschenkels aus sieht man rechts in der Tiefe das Pulvinar und die Corpora geniculata. Die Entwicklung des Hirnschenkelfusses aus der Kapsel wird besonders klar beim Vergleiche dieses Schnittes mit den weiter vorn gelegenen, weil das Hervortreten aus der Hirnbasis hier so gut sichtbar ist.

Die Sehstrahlung ist schon auf Schnitt Fig. 213 in ihre Endstätten eingetreten, wir erblicken sie nur als graues Querschnittsfeld mitten im Markweiss lateral von dem Ventrikel.

Der Schnitt Fig. 215 zieht dicht vor dem caudalen Balkenende herab. Sein sehr lehrreiches Bild lässt erkennen, wie sich aus der Spleniumfaserung die Balkentapete entwickelt, welche das Hinterhorn auskleidet und auch die Innenseite des Ammonshornes überzieht. Ein Theil der Ammonswindung, allerdings ein atrophischer, liegt auch beim Menschen noch direct unter dem Balken. Er wird als Fasciola cinerea bezeichnet. Das Ammonshorn ist hier an seiner caudalsten Stelle, dicht vor dem Hinterhauptlappen getroffen. Der Ventrikel öffnet sich einerseits

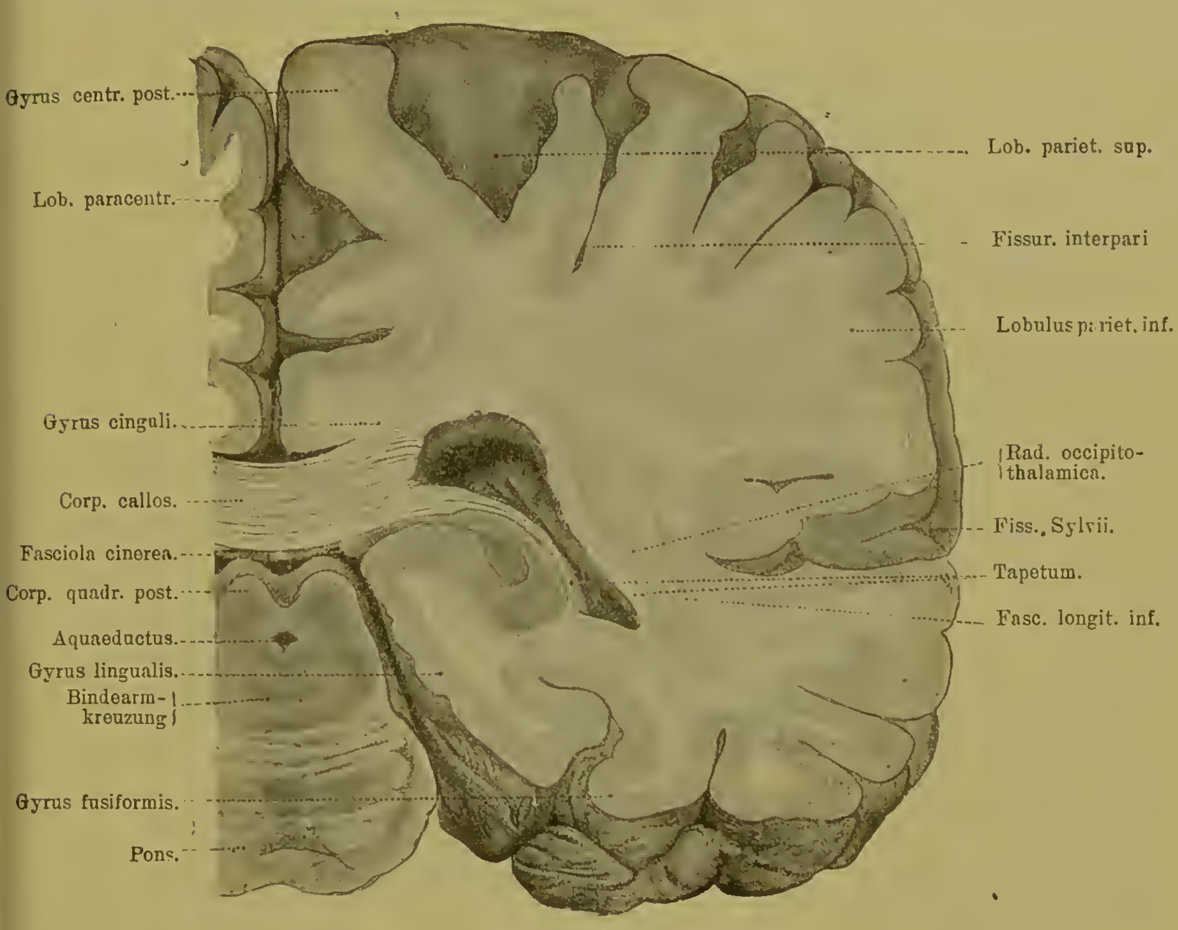


Fig. 215.

caudalwärts in das Hinterhorn, andererseits ventralwärts in das Unterhorn. Desshalb erscheint er so lang und breit. Nach aussen von der Sehstrahlung biegt das Längsbündel aus dem Occipitallappen in den Schläfenlappen. Im dorsalsten Gebiete gehört das Mark noch der Strahlung aus dem obersten Stücke der beiden Centralwindungen an, dann folgt weiter nach aussen das Gebiet der Scheitellappen und darauf das Mark des Gyrus angularis und der Schläfenwindungen.

Der in Fig. 216 abgebildete Schnitt liegt direct an der Basis des keilförmigen Hinterlappens, also hinter dem Balkenende. Der breit eröffnete, von dem Tapetum überzogene Ventrikel führt an seinem dorsalen Ende in das Hinterhorn, an seinem ventralen aber, wo man medial die Ammonswindung noch angeschnitten findet, in das Unterhorn des Schläfenlappens. Dorsal vom Ammonshorn fällt die breite Masse der Balkenfasern auf, welche sich von den Endstätten im Occipitallappen,

zum Balkenwulste begeben und hier, dicht vor dem Eintritte in das Splenium, abgeschnitten sind.

Der Radiatio occipito-thalamica begegnen wir nun, in grösserer Breite als bisher, nach aussen vom Tapetum. Sie liegt hier unter den Windungen des Schläfenlappens und diese Lage erklärt, dass manchmal Herde im Gyrus marginalis oder angularis zu Hemianopsie führen. Sie werden, wenn sie nicht gar zu oberflächlich sind, immer die Sehstrahlung treffen müssen.

Auch der Fasciculus longitudinalis inferior, der Tractus aus dem Hinterhauptlappen zum Schläfenlappen, dessen Querschnitt Sie nach aussen von der Seh-

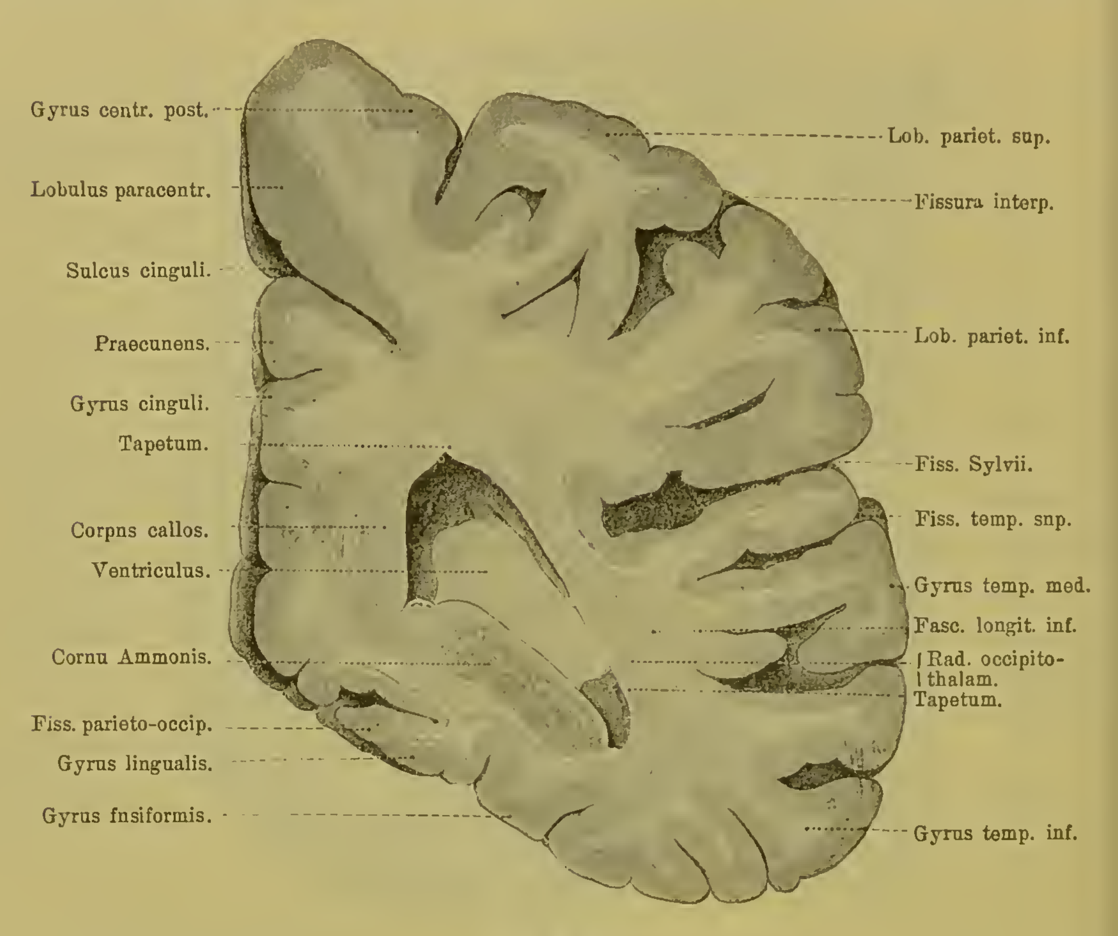


Fig. 216.

strahlung wieder, wie auf den früheren Schnitten, finden, ist hier breiter als vorher, weil wir uns seinem Ursprungsgebiete nun nähern. Die eigenthümlich abgeschrägte Form des Schnittes an der Unterseite erklärt sich daraus, dass hier die Kleinhirnhemisphären sich, nur durch das Tentorium getrennt, an das Cerebrum anlegen.

Nun sehen Sie sich zuletzt noch einen Schnitt, Fig. 217, an, welchen ich ganz nahe am caudalen Hirnpole durch den Occipitallappen gelegt habe. Das Hinterhorn des Ventrikels, das eben als kleiner Spalt noch sichtbar ist, mag Sie über die Lage der Gesammtfaserung wieder orientiren.

Aus der Umgebung der hier tief einschneidenden Fissura calcarina entspringt die Sehfaserung, die wir nun von ihrem Ursprunge bis zu ihrem Ende im Thalamusgebiete und in den Vierhügeln verfolgt haben. Die letzten Ausstrahlungen der occipitalen Balkenfaserung, des Forceps, trennen sie wieder vom Ventrikelgrau.

Der Fasciculus occipito-temporalis oder longitudinalis inferior liegt nicht mehr lateral, sondern ventral von ihr.

Der grösste Theil des übrigen auf dem Schnitte sichtbaren Markweisses gehört der Eigenfaserung des Occipitallappens, den kurzen Bahnen an, welche seine einzelnen Rindengebiete unter sich verknüpfen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch in der Sehstrahlung Fasern zweierlei Herkunft vorhanden sind, solche aus Zellen der primären Centren zur Rinde und solche aus Rindenzellen zu diesen Centren.

Bei zerstörenden Krankheitsherden im Hinterhauptlappen und im hintersten Theil der inneren Kapsel treten ganz ähnliche Sehstörungen

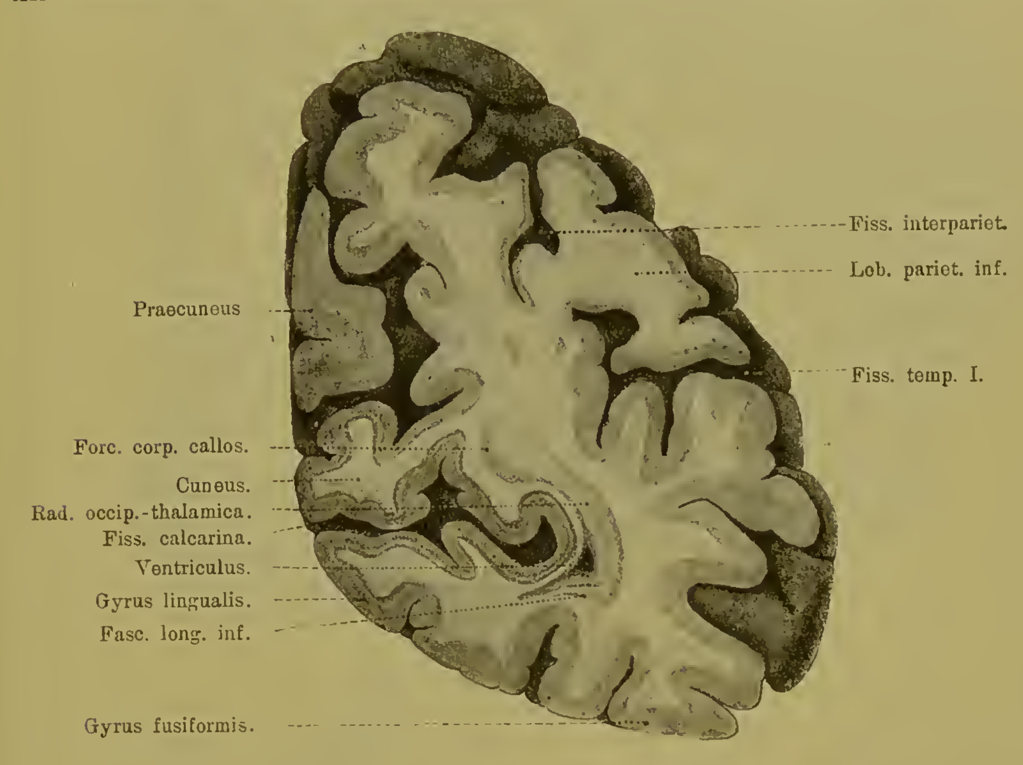


Fig. 217.

auf, wie wenn der Sehnerventractus der betreffenden Seite gelitten hätte. Es fällt die äussere Netzhauthälfte des gleichseitigen und die innere des entgegengesetzten Auges aus.

Zum System des Opticus gehört wahrscheinlich auch ein von Gall und Spurzheim entdeckter Faserzug, der von den vorderen Vierhügeln seitlich herabzieht und den Hirnschenkelfuss an der Basis eine Strecke weit quer überzieht, ehe er sich in ihn nahe der Mittellinie einsenkt. Er erreicht dann ein Ganglion des ventralen Thalamusgebietes (Kölliker). Dieser Zug — Tractus peduncularis transversus — entartet nach Zerstörung eines Opticus (Gudden). Er ist nicht immer nachweisbar und in seiner Ausbildung variirend. Auf Fig. 165 sehen Sie ihn (nicht bezeichnet) den rechten Hirnschenkel überziehen. Wahrscheinlich ist das Bündel identisch mit dem, das S. 141 als Tractus tecto-thalamicus geschildert wurde.

Zweiundzwanzigste Vorlesung.

Haube und Fuss des Mittelhirnes.

M. H. Die Frontalschnitte durch das Grosshirn, mit deren Demonstration ich die letzte Vorlesung abgeschlossen habe, führten uns etwas ab von der Verfolgung der Faserung, welche im Mittelhirne und weiter caudal dahinzieht.

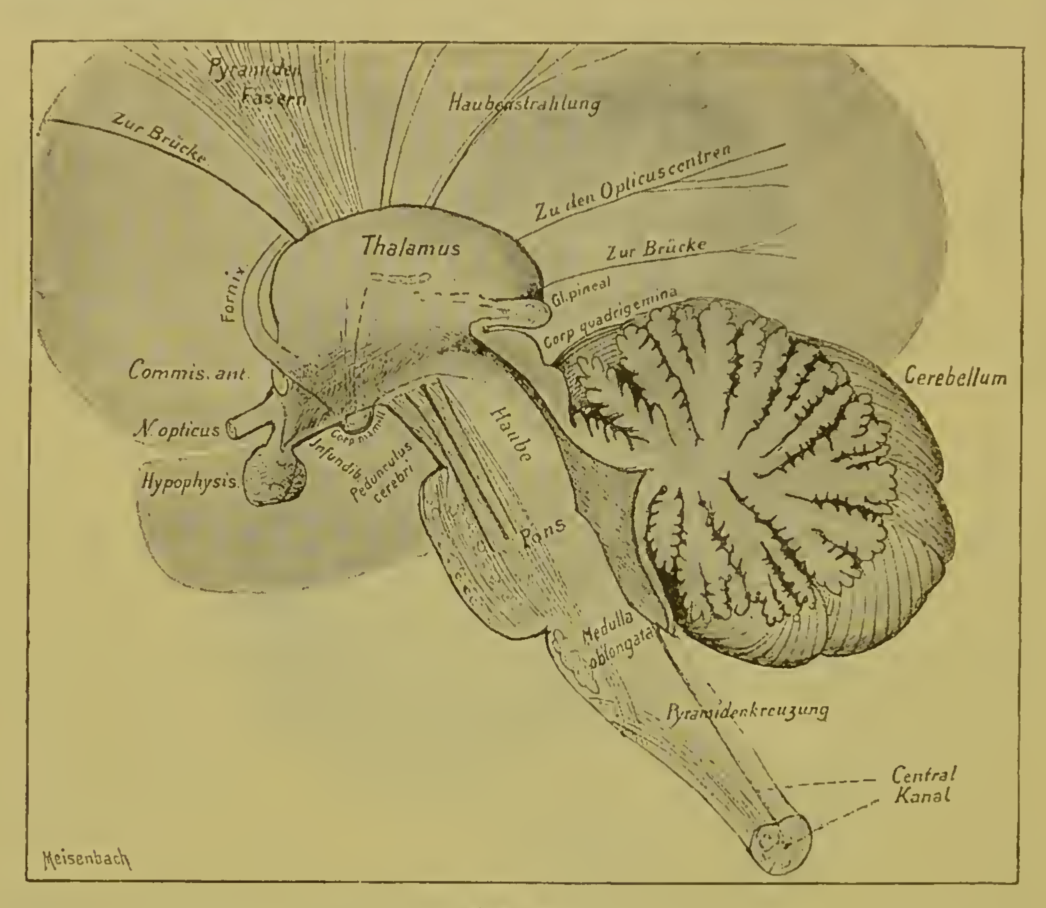


Fig. 218.

Sagittalschnitt durch das Zwischenhirn und die hinter ihm liegenden Gebilde, genau in der Mittellinie. Die Verlaufsrichtung einer Anzahl von Stabkranzfasern ist durch Linien angedeutet.

Wir waren bei ihrer Darstellung allmählich in die Gegend gerathen, wo das caudale Ende des mittleren Ventrikels liegt. Sie sehen in Fig. 149, dass dicht hinter diesem das Mittelhirn, die Corpora quadrigemina, beginnen. Die Thalami weichen dort auseinander, der Haubenwulst schiebt sich zwischen sie ein, und der Ventrikel nimmt dadurch an Tiefe beträchtlich ab.

Wollen Sie an Fig. 218, einem Sagittalschnitt durch das Gehirn, das Auftreten des Mittelhirndaches, der vorstehenden Schilderung folgend, studiren.

Im vordersten Theile dieses Daches (s. auch Fig. 149) liegen die Fasern der Commissura posterior, dicht hinter derselben die Vier-

hügel. Der verengte Ventrikel, welcher jetzt unter dem Dach einherzieht, hat auf der Strecke, wo er dem Mittelhirn angehört, den Namen Aquaeductus Sylvii erhalten. Der Eingang zum Aquaeductus liegt dicht unter der Commissura posterior. Er ist überall von centralem Höhlengrau umgeben.

Im frontalsten Abschnitte, dicht hinter der Epiphyse liegt also die Commissura posterior.

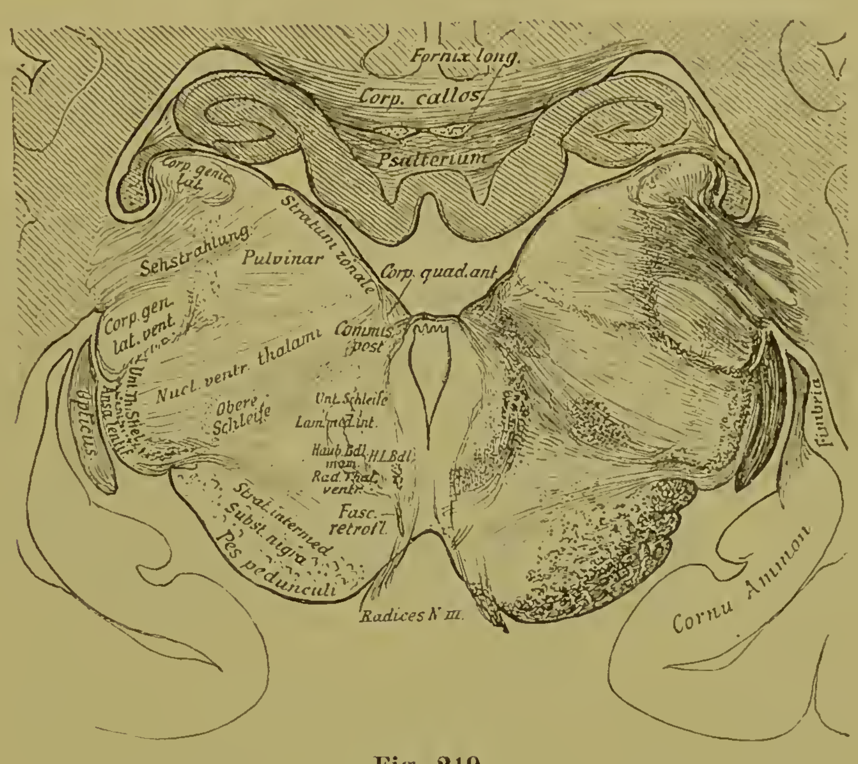


Fig. 219.

Uebergang aus dem Zwischenhirne zum Mittelhirne. (Hund.)

Durchquert die frontalsten Fasern der Commissura post. Stratum zonale-Fasern aus dem vorderen Vierhügel in den Opticus. Pulvinar grösser. Nucleus ventralis thalami. Obere Schleife rückt medialwärts, faserreicher als auf Fig. 204. Aus dem Ganglion habenulae hat sich der Fasciculus retroflexus abgelöst. Frontalste Fasern der unteren Schleife, aus einem im Texte nicht erwähnten grauen Kern, der direct in das mittlere Mark der Vierhügel übergeht. Frontalste Oculomotoriusfasern. Hinteres Längsbündel, das auf dem vorhergehenden Schnitt mit wenigen Fasern aus seinem Kerne entsprang, nun stärker. Die laterale, mit Sehstrahlung bezeichnete Faserung ist der Stiel des vorderen Hügels und der Stiel des Corpus geniculatum laterale. Der grosse als Nucleus ventralis thalami bezeichnete Kern geht caudal ohne scharfe Grenze in das Corpus geniculatum mediale über. Man beachte auch die Decussation zwischen den Ammonshörnern und die Lage des Fornix longus. — Im Fusse des Hirnschenkels das Stratum intermedium aus der Einstrahlung der Stammganglienfaserung in die Regio subthalamica.

Ihre Fasern gelangen dicht vor den Vierhügeln an die Oberfläche Sie treten da auf die gekreuzte Seite über. Doch ziehen sie nur eine ganz kurze Strecke horizontal dahin: sie tauchen vielmehr bald in die Tiefe der Mittelhirnhaube ein, in der sie dann caudalwärts weiter streichen. Die Mehrzahl der betreffenden Fasern zieht lateral und ventral vom dorsalen Längsbündel in die Oblongata; erst durch sie wird jenes Bündel, das wir später kennen lernen werden, zu einem starken. Aehnliches haben Spitzka und Darkschewitsch gesehen. Bei allen

Wirbelthieren ist die hintere Commissur eines der ersten Bündel, die sich mit Mark umgeben.

Die Commissurfasern stammen zu geringerem Theile aus einem Kern in der Tiefe des caudalen Thalamus, Kölliker, zu grösserem jedenfalls aus dem „gemeinsamen Kern der Commissura posterior und des Fasciculus longitudinalis dorsalis", welcher frontal im Mittelhirn liegt und später beschrieben werden soll.

Wir gelangen in den Bereich des Mittelhirnes.

Nun wollen wir uns noch einmal umsehen, was aus all den Faserzügen geworden ist, denen wir in den letzten Vorlesungen begegnet sind. Wir finden nur noch wenige in den Schnittebenen, die wir jetzt erreicht haben.

Der grösste Theil der Fasern, welche die weisse Markmasse des Hirnmantels bilden, ist nicht mehr in den caudalen Ebenen des Zwischenhirnes vorhanden. Er ist entweder — Associationsbahnen — in der Rinde selbst verschwunden oder — Stabkranz des Thalamus — in den Thalamusganglien. Ein Theil des Stabkranzes ist dann unter dem Zwischenhirn vortretend frei an die Hirnbasis gelangt, der Fuss des Hirnschenkels. Auch die Faserung aus dem Stammganglion hat sich fast völlig erschöpft. Nur noch ein Zug zur Substantia nigra Sömmeringi ist nachweisbar.

Aus dem Zwischenhirn sind in die Ebene des zuletzt betrachteten Schnittes ein Theil der Laminae medullares thalami und besonders ein lateraler Zug, die obere Schleife aus dem Thalamus, verfolgbar. Ausserdem noch einige kleinere Bündelchen, die dem Corpus mamillare und dem Ganglion habenulae entstammen.

Lassen Sie uns jetzt, wo wir im Allgemeinen etwas über die Vierhügelgegend orientirt sind, einen Schnitt betrachten, der das vordere Vierhügelpaar durchschneidet, unter ihm durch die Gebilde der Haube geht und schliesslich die Hirnschenkel durchtrennt. Fig. 220.

Orientiren wir uns nach dem bereits Bekannten! Beiderseits aussen liegt das Pulvinar thalami, aus dem der Sehnerv zu kommen scheint. Das Corpus geniculatum laterale ist in seinen Verlauf wie eingeschaltet. Er bekommt einen namentlich links deutlichen Zuzug aus dem vorderen Vierhügelarme, über dem Sie das vom Schnitt getroffene Corpus geniculatum mediale erkennen.

Unter dem Pulvinar kommt der Hirnschenkelfuss aus der Tiefe.

In seiner Fasermasse sind Bahnen sehr verschiedener Herkunft enthalten. Entwicklungsgeschichtliche Studien, namentlich aber die genaue Verfolgung secundärer Degenerationen, welche von Grosshirnherden veranlasst werden, ermöglichen allein, den Ort zu bestimmen, wo die einzelnen Bahnen liegen.

Es liegt bereits eine nicht geringe Anzahl gut beobachteter Fälle von partieller Fussdegeneration vor, so dass sich heute mit einiger Sicherheit eine Eintheilung der Fussfaserung geben lässt. Nach Déjérine's Untersuchungen, welche wohl das grösste bisher untersuchte Material umfassen, liegen im lateralsten Fünftel des

Fusses Fasern, welche aus dem mittleren Theile des Schläfenlappens stammen, und im medialsten solche, die aus der Gegend des Operculum hierher herabziehen. In den medialen 3 Fünfteln liegen dann die Fasern aus dem caudalen Abschnitte des Stirnlappens und aus der eigentlichen motorischen Zone. Alle diese Züge stammen ganz direct aus Rindenzellen und entarten, wenn sie irgendwo zwischen Rinde und Brücke unterbrochen werden. Im mittleren Drittel des Fusses etwa liegt der Tractus cortico-spinalis, die Pyramidenbahn, das einzige Bündel, welches von den Fussfasern weiter als bis in die Brücke gelangt.

Dorsal vom Pes pedunculi liegt das Stratum intermedium, die Fasern aus dem Corpus striatum, und dann folgt die Substantia nigra, eine Anhäufung von feinen Nervenfäserchen und Ganglienzellen noch ganz unbekannter Bedeutung.

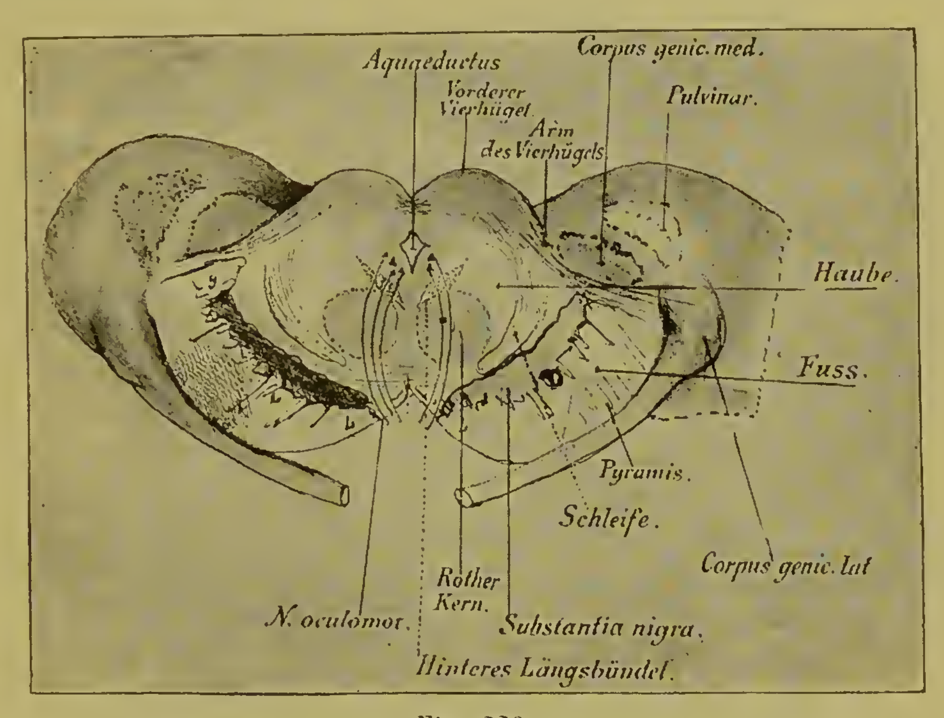


Fig. 220.

Querschnitt durch die vorderen Vierhügel (etwas schematisirt).

In der Haube fallen Ihnen zunächst die beiden grossen runden rothgrauen Querschnitte auf; sie gehören den „rothen Kernen", Nuclei tegmenti, an; das Corpus subthalamicum, welches auf einem früher abgebildeten Schnitt neben ihnen lag, ist in dieser Höhe verschwunden.

Der Nucleus tegmenti, in welchen Fasern aus dem Thalamus (und aus der Hirnrinde) gelangen, ist unter den Vierhügeln schon reich an markhaltigen Fasern. Diese ziehen ventral von den hinteren Vierhügeln nach der Mittellinie und kreuzen sich da zum grössten Theile mit denen der anderen Seite. Sie gehören dem Bindearm oder oberen Kleinhirnschenkel an; die Kreuzung heisst Bindearmkreuzung. Auf den Frontalschnitten ist sie sehr deutlich. Noch weiter hinten bilden diese Tractus tegmento-cerebellares bereits dicke, nach aussen vom rothen Kern liegende Bündel, die dann immer weiter lateralwärts

rücken und schliesslich an die äussere Oberfläche gelangen. Von da ziehen sie rückwärts zum Kleinhirn.

Da der Bindearm nach Kleinhirnverletzungen bis in den Haubenkern hinein entartet, so muss im Cerebellum sein Ursprung, in dem erwähnten Kern sein Ende angenommen werden. (Mahaim u. A.) Ein Theil der Bindearmfasern endet übrigens erst weiter frontal, in ventralen Thalamuskernen.

Ein fast horizontal durch den Thalamus, die Vierhügel und das Kleinhirn gelegter Schnitt, der dem Verlauf der Bindearme folgt, würde etwa in der Weise der Fig. 221 die Beziehungen zwischen Thalamus, Nucleus ruber, Haubenstrahlung, Bindearm und Cerebellum erkennen lassen.

Im Kleinhirn tritt der Bindearm in das Corpus dentatum.

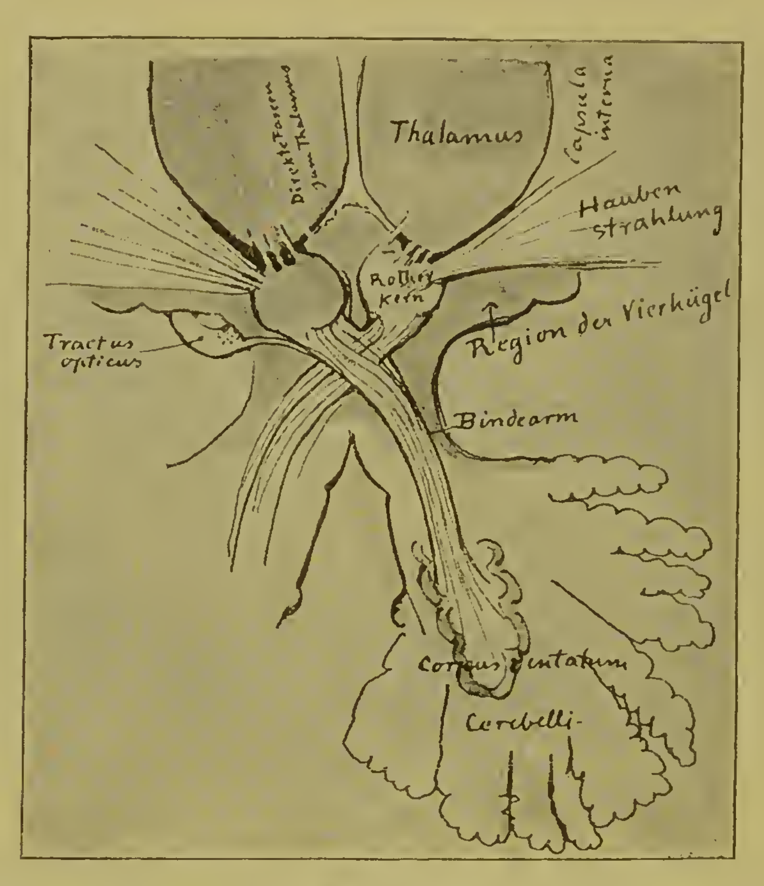


Fig. 221.
Schematisch gehaltener Horizontalschnitt durch die Kreuzung der Tractus tegmento-cerebellares und ihre Umgebung. Der Zug zum Opticus ist fraglich.

Nach aussen vom rothen Kern liegt in Fig. 220 ein dickes Bündel schräg abgeschnittener Fasern, die unter den Vierhügeln hervorzukommen scheinen. Auf ihrem Wege abwärts gelangen sie bald an die laterale Seite des Mittelhirnstammes, wo man sie von aussen ganz gut wahrnehmen kann. Es sieht aus, als ob ein flaches Band dicht unter den Vierhügeln aus der Tiefe käme und sich dann deren laterale Seite schleifenartig umgreifend, hinab zur Brücke wende, unter deren Fasern es zu verschwinden scheint. Figur 211 zeigt das z. B. ganz deutlich. Auf einem Schrägschnitte, wie ihn Fig. 222 abbildet, kann man diesen ganzen Zug der „Schleife“, so heisst das Bündel, verfolgen.

Die Schleife ist von sehr mannigfaltigen Fasercategorieen zusammengesetzt. Auf unserem Schnitte Figur 220 sehen wir sie dicht über der Substantia nigra liegen. Hier kann man schon, bei stärkeren Vergrösserungen, als sie hier abgebildet sind, eine mediale von einer lateralen Abtheilung unterscheiden. Die mediale, deren Fasern alle senkrecht zur Längsrichtung getroffen sind, enthält die Tractus thalamo-spinales et bulbares, vielleicht auch Tractus cortico-bulbares. Es handelt sich höchst wahrscheinlich hier um die Gesammtheit der sensiblen Bahnen, welche bis zum Thalamus gelangen (Meynert). Ihr dicht angelagert liegen (Kaninchen, Wallenberg) die centralen Züge aus den Trigeminusendkernen zum Thalamus. Dieser ganze Complex wird gewöhnlich als obere oder mediale Schleife bezeichnet. Aus der Gegend lateral vom Nucleus ruber tegmenti kann man ihn frontalwärts bis in die Gegend der ventralen Thalamuskerne verfolgen, etwa in das auf Figur 202 mit „obere Schleife" bezeichnete Areal. Rückwärts verschwindet das Bündel übrigens nicht in der Brücke, wie es den Anschein hat, es lassen sich vielmehr seine Fasern bis in die Kerne der Hinterstränge, zum Theil auch bis in die Seitenstränge des Rückenmarkes verfolgen.



Fig. 222.

Schräg von vorn oben nach hinten unten abfallender Frontalschnitt (Schnittrichtung in der Nebenfigur angegeben), enthält den grössten Theil des Ursprunges der Mittelhirnschleife. Färbung mit Hämatoxylinlack. Rechts oben lies statt „Br. anticum" Br. posticum.

Die Fasern der lateralen Abtheilung — untere Schleife hat, man sie genannt, entspringen zum grösseren Theile aus dem Dachgrau der vorderen und der hinteren Vierhügel, zum anderen Theile enden sie da auch. Sie treten dicht unter diesem Grau zuerst als tiefes Mittelhirnmark auf. Auf einem schräg durch beide Vierhügel abfallenden Frontalschnitte, wie ihn Fig. 222 darstellt, ist das deutlich zu erkennen. Das Ganglion des hinteren Hügels besteht aus einem mächtigen rundlichen, von einem feinen Fasernetze erfüllten Kern, es besitzt nur diesen und zeigt desshalb nicht die abwechselnde Schichtung von grauer und weisser Substanz, welche den vorderen Hügel, das Opticusganglion, characterisirt. Es steht mit dem der anderen Seite durch über dem Aquaeductus verlaufende Fasern in Verbindung.

Das tiefe Mark ist ein phylogenetisch sehr altes System. Es fehlt selbst in den einfachst gebauten Gehirnen niederer Wirbelthiere nicht und umgiebt sich bei diesen, wie auch beim Menschen, ausserordentlich frühzeitig mit Markscheiden. Seine Fasern entspringen in Schichten der Mittelhirndecke, die ventral von denjenigen liegen, welche dem Opticus Ursprung geben. Aus diesen ziehen sie zuerst radiär nach innen, wenden sich dann aber nahe dem centralen Höhlengrau, das den Aquaeductus umgiebt, ventralwärts. Die lateralsten dieser Fasern gelangen, vereint mit solchen, welche von der anderen Seite herstammen, in die Schleifenschicht und ziehen mit dieser zu den Kernen der Oblongata, namentlich zu den Endkernen des Acusticus, aber auch weiter hinab zu dem Vorderseitenstrange des Rückenmarkes. Sie bilden also das System der Tractus tecto-bulbares et tecto-spinales laterales.



Fig. 223.

Die im Mittelhirndach entspringenden Fasern. Dorsal der Tractus opticus, ventral das tiefe Mark. Schema, das auch die anderen Opticuswurzeln enthält.

Die medialeren Fasern umgürten den Aquaeductus und kreuzen sich ventral von ihm zum grossen Theil mit denen der anderen Seite: fontaineartige Haubenkreuzung, Forel (Fig. 226, 227). Bei den Fischen und den Vögeln sind gerade die Fasern des tiefen Markes so stark ausgebildet, dass ihr Verlauf leichter zu erkennen ist. Bei ihnen aber auch bei den Amphibien und Reptilien, erkennt man, dass es sich um ein Fasersystem handelt, das, soweit es nicht in der Schleife abwärts zieht, dem Mittelhirn selbst angehört und in Zellen theils auf dessen gleicher, theils auf dessen gekreuzter Seite endet. An den entsprechenden Stellen finden sich auch beim Menschen Zellgruppen, Ganglion profundum Mesencephali laterale und mediale. Fig. 82.

Aus der Gegend des Ganglion mediale ziehen jederseits von der Mittellinie bei allen Thieren, auch beim Menschen dünne Bündelchen

caudalwärts, die bis in die Vorderstränge des Rückenmarkes verfolgt werden können. Tractus tecto-spinales mediales. Fig. 227. Ob sie direct aus der fontainenartigen Kreuzung stammen oder ob sie erst in jenem Ganglion entspringen, das ist noch unentschieden. Nachdem sie von mir auf vergleichend anatomischem Wege festgestellt waren, haben sie auch degenerativ, durch Boyce, ihre Bestätigung gefunden.

Im centralen Höhlengrau unter den Vierhügeln liegen seitlich vom Aquaeducte und direct unter ihm einige Kernansammlungen, welche unser besonderes Interesse beanspruchen. Zunächst findet sich ganz frontal eine langgezogene Kernplatte, welche von Darkschewitsch und von Kölliker als Kern der Commissura posterior angesprochen worden ist. Es giebt für die Säuger noch keinen sichern Beweis, dass dem so ist, aber bei den Reptilien erkenne ich sehr deutlich, dass aus einem ganz ebenda gelagerten Kerne in der That die Fasern der Commissur und ein Theil der Fasern des dorsalen Längsbündels entspringen. Ich erinnere Sie daran, dass in der zehnten Vorlesung beschrieben wurde, wie beide Bündel aus Quertheilungen von Fasern hervorgehen, die einem Kerne entstammen.

Einstweilen soll der Kern daher als Nucl. comm. posterioris bezeichnet werden.

Caudal von ihm findet man dann eine sehr mächtige Ansammlung grosser multipolarer Ganglienzellen, die einen langgestreckten etwa cigarrenförmigen Kern darstellt, welcher beiderseits von der Mittellinie dicht unter dem centralen Grau des Aquaeductes liegt. Zwischen den beiden Complexen liegt ein anderer, genau ebenso gebauter. Das sind die Ursprungskerne des Nervus oculomotorius, die beiden lateralen und der mediale Kern. An dem lateralen unterscheidet man zweckmässig noch die dorsalen von den mehr ventraler liegenden Abschnitten. Jeder laterale Kern nimmt am caudalen Ende noch etwas an Volum zu und diesem Theile entstammen die Fasern des Nervus trochlearis. Am frontalen Ende, da wo die beiden zugespitzten grosszelligen lateralen Kerne etwas von einander weichen, liegt jederseits dicht an der Mitlinie noch ein kleiner unregelmässig gestalteter Kern, der auch manchmal in zwei Zellgruppen zerfallen kann. Dieser kleinzellige Lateralkern (a und b der Fig. 224) liegt in einem dichten Netze feinster Nervenfasern.

Man hat Grund zur Annahme, dass er einen Theil des Oculomotoriuskernes bildet.

Aus den Oculomotoriuskernen entwickeln sich die Fasern des dritten Nerven. Sie durchbrechen, ventralwärts ziehend, die Haube des Hirnschenkels beiderseits von der Medianlinie und treten dann frei an der Hirnbasis aus. Auf fast allen Schnitten durch diese Region erkennt man, dass sich zu diesen Wurzelfasern noch solche gesellen, welche dem gekreuzt liegenden Kerne entstammen und in schön geschwungenem Bogen unter dem Aquaeducte hindurch auf die andere Seite treten.

Bekanntlich entstammen dem Nervus oculomotorius Fasern für die Muskeln aussen am Auge und für einen Theil der Binnenmuskeln desselben. Sie alle müssen in den genannten Kernen vertreten sein. In der That kennen wir vollständige Lähmungen der äusseren und inneren Augenmuskeln veranlasst durch schwere Erkrankungen in allen Theilen des Oculomotoriuskernes. Es ist bisher noch nicht gelungen, beim Menschen so frische Fälle isolirter Lähmung eines ein-

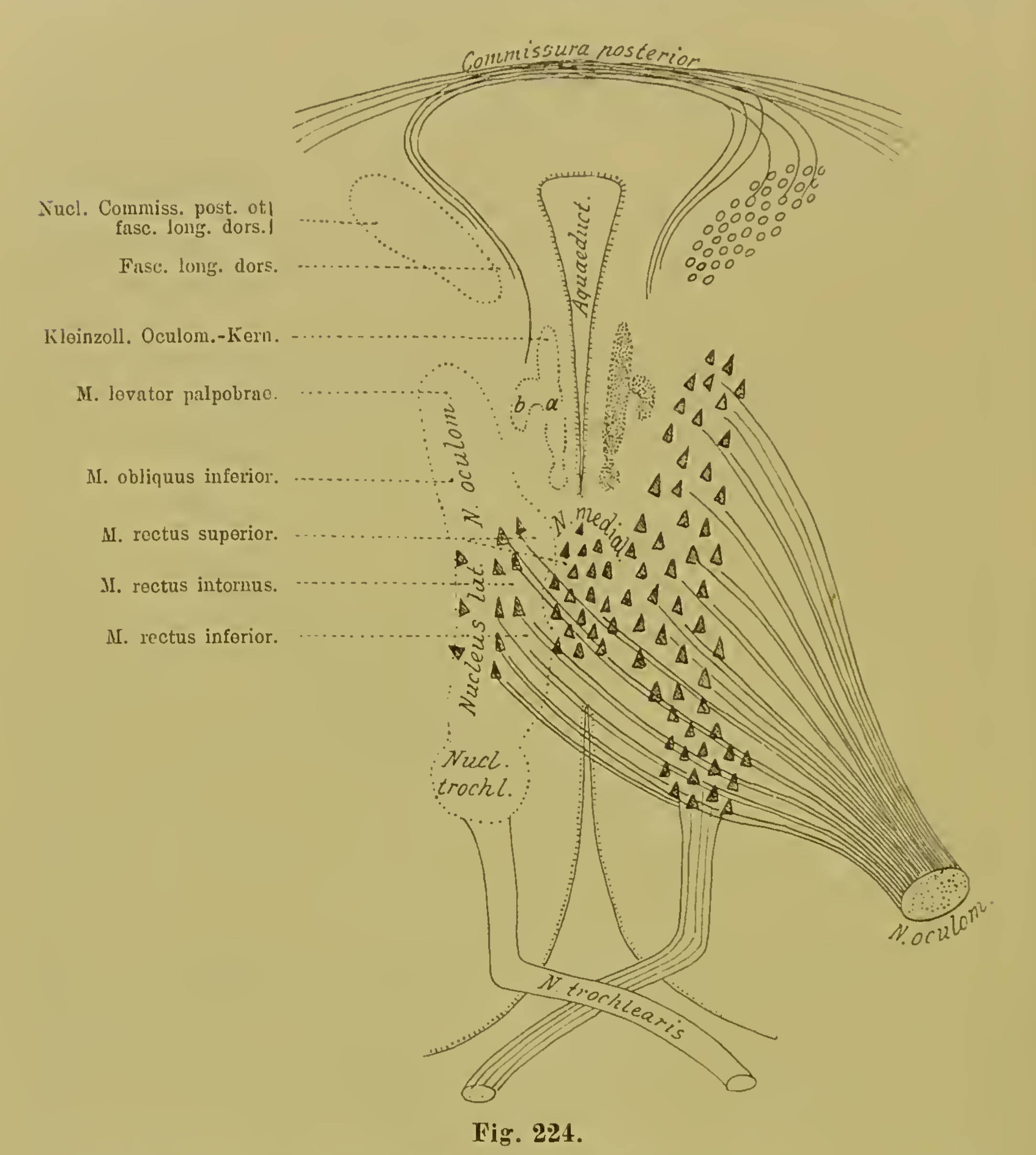


Fig. 224.

Die Gegend unter dem Aquaeductus Sylvii von oben her gesehen. Schema. Lage der Kerne der Commissura posterior, des Oculomotorius und des Trochlearis.
Die Localisation im Oculomotoriuskerne z. Th. nach Untersuchungen von Bernheimer an Affen. Siehe Text.

zelnen Muskels zu untersuchen, dass man etwa für jeden Augenmuskel eine Kernlocalisation im Gesammtkerne feststellen konnte. Bei Thieren aber, wo man frische Zerstörungen der einzelnen Muskeln in ihren Rückwirkungen auf die Zellen im Kerne studiren kann, weiss man seit den Untersuchungen von Gudden, dass in der That eine Localisation besteht, auch dass einzelne Muskeln vom Kerne der gekreuzten Seite her versorgt werden.

Von den Ergebnissen, welche die Degenerationsversuche am Oculomotorius-

kern der Thiere gezeitigt haben, will ich Ihnen hier nur das mittheilen, was über den Kern beim Affen bekannt geworden ist, weil wir allen Grund zur Annahme haben, dass beim Menschen identische Anordnungen getroffen werden. Auf der Figur 224 sind links aussen die Regionen so bezeichnet, wie sie nach den Untersuchungen von Bernheimer am Affen liegen. Die frontalsten Kerngruppen entsenden ihre Fasern zum gleichseitigen Levator palpebrae und Rectus superior. Aus den caudalsten Theilen entspringen nur gekreuzte Fasern, nämlich die für den Rectus inferior und für den Trochlearis.

Alle Kerne, welche dazwischen liegen, senden Fasern in den gekreuzten und in den gleichseitigen Nerven. So erhält also jeder Musculus obliquus inferior und jeder Musculus rectus internus Fasern aus dem rechten und dem linken grosszelligen Lateralkerne. Die Kerne für den Rectus internus treten beiderseits so nahe an den grosszelligen Mediankern heran, dass, zumal dieser mit ihnen ganz identisch gebaut ist, es mir wahrscheinlich — aber durch das Experiment nicht bewiesen — ist, dass die drei Gruppen eine Einheit (für die Convergenzbewegung) bilden. Bernheimer nimmt allerdings den grosszelligen Mediankern neben dem frontaler liegenden kleinzelligen für die Binnenmuskeln in Anspruch. Es ist aber nicht recht einzusehen, was aus den mächtigen Axencylindern dieser vielen grossen Zellen in den kleinen Binnenmuskeln werden soll. Für sie reichen die Fasern aus den kleinzelligen Kernen reichlich aus.

Es ist zwar noch nicht gelungen, an diesen Veränderungen aufzufinden, wenn die Binnenmuskeln des Auges zerstört waren, und desshalb hat man diese vorderen kleinzelligen Kerne nicht als Iris-(etc.)centren betrachten wollen. Aber wir wissen neuerdings, dass die Binnenmuskulatur des Auges überhaupt zunächst von Zellen des Ciliarganglions versorgt wird. Der von diesem Ganglion ausgehende Nerv, resp. seine Endstätten wird also durch Zerstörung der Muskeln im Auge gar nicht direct afficirt. Handelt es sich doch hier nur um eine secundäre Bahn.

Nach kritischer Würdigung des ganzen vorliegenden Materials glaube ich, dass man sich die Versorgung des Auges mit Nerven in folgender Weise vorstellen kann: Die gesammten äusseren Augenmuskeln werden direct aus den Kernen des Oculomotorius, Trochlearis und Abducens innervirt. Für die inneren Muskeln stammen die Fasern aus dem Ganglion ciliare und in ebendiesem Ganglion enden feine Oculomotoriusfasern, welche aus den kleinzelligen frontalen Kerngruppen stammen.

Die anatomische Grundlage für den von der Klinik postulirten directen und gekreuzten Zusammenhang des Oculomotorius mit den Centren des Opticus ist noch nicht sicher nachgewiesen. Fasernetze und Züge, durch welche die Verbindung stattfinden könnte, sind in dieser Gegend mehrfach vorhanden. Das beweisende Experiment oder die beweisende klinische Beobachtung mit nachträglich erhobenem Befunde steht noch aus.

Wir besitzen bereits eine ungemein reiche Literatur über die Kerne der Augenmuskelnerven. Abgesehen von den älteren experimentellen Arbeiten von Gudden liegen wesentlich Untersuchungen vor von: Perlia, Bernheimer, Siemering, Westphal, Bach, Schwabe, Gehuchten, Bechterew, Schiff, und Cassirer, Marina. Auf diese muss ich für zahlreiche im Texte nicht erwähnte Details verweisen.

Der Oculomotoriuskern liegt ventral vom Aquaeductus Sylvii, also in dessen Bodentheil. Wir werden in der Folge, wenn wir in der Betrachtung der Haubengegend allmählich abwärts schreiten, den Kernen fast aller übrigen Hirnnerven in dieser Bodenregion begegnen.

Sie haben im Anfang der heutigen Vorlesung erfahren, dass aus der hinteren Commissur sich Fasern rückwärts wenden. Medial und ventral von diesen sammeln sich, aus der Tiefe des Zwischenhirnes stammend, feine Bündelchen, ventral vom vorderen Oculomotoriuskerne. Caudal wird das Areal, welches sie einnehmen, immer grösser. Es treten nämlich zu ihnen noch eine Menge Fasern aus dem Kerne des Oculomotorius selbst. Dem fast dreieckigen Querschnitte des so aus verschiedenen Bestandtheilen sich zusammensetzenden Bündels werden wir von jetzt ab auf allen Schnitten von den Vierhügeln bis in den Anfangstheil des Rückenmarkes hinab begegnen. Die betreffenden Fasern heissen in ihrer Gesammtheit Fasciculus longitudinalis dorsalis (post.), hinteres Längsbündel. Da auf der ganzen Länge des Verlaufes dieses Bündels, wie man an Embryonen aus dem 6.—7. Monat, wo nur wenig andere

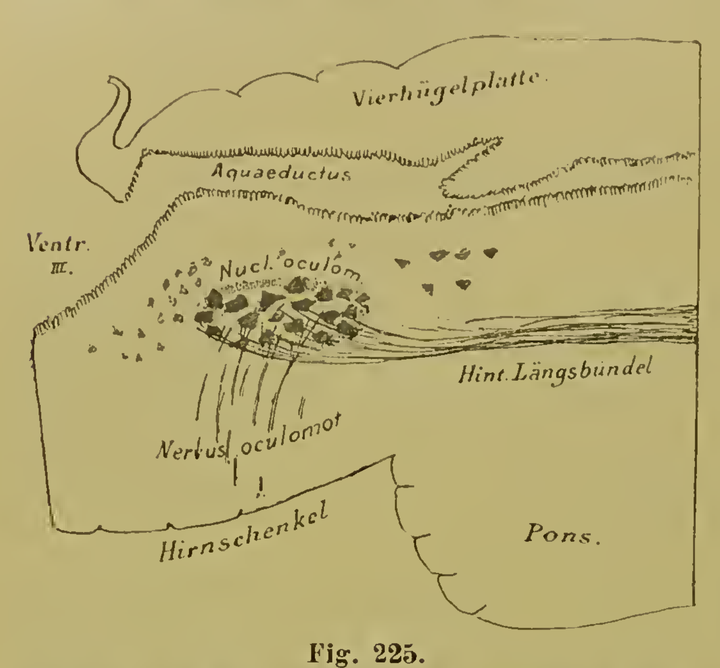


Fig. 225.

Längsschnitt durch die Vierhügelgegend eines menschlichen Fötus von 28 Wochen; nahe der Medianlinie. Die Aussenwand des Aquaeductus zum Theil getroffen. Endigung des Oculomotoriuskerntheiles des hinteren Längsbündels.

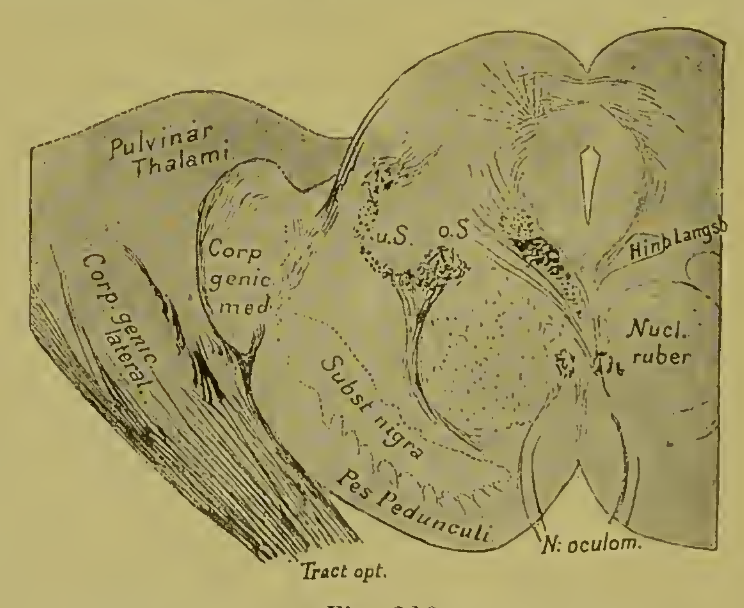


Fig. 226.

Frontalschnitt durch die vorderen Vierhügel einer Frucht aus dem neunten Monat.

Fasern markhaltig sind, gut sieht, Fasern aus ihm zu den Nervenkernen abgehen, da auch sein unteres Ende viel weiter hinabragt, als der Abducenskern, so ist es wahrscheinlich, dass das hintere Längsbündel ausser den Verbindungen der Augenmuskelnerven unter einander auch noch Züge für andere Hirnnerven enthält.

Das hintere Längsbündel entsendet seine frontalsten Fasern viel weiter nach vorn als bis zum Oculomotorius. Man sieht, dass im centralen Höhlengrau dicht vor der Stelle, wo der Aquaeduct beginnt, eine Ansammlung grösserer Ganglienzellen liegt — Nucleus fasciculi longit. dors. Fig. 206 —, aus dem eine Anzahl solcher Fasern stammen. Bei allen Thieren ist dieser Kern nachweisbar. Er liegt in Schnittebenen bei Säugern, die ventral in die hintersten Abschnitte des Corpus mamillare fallen. Ueberall vorhanden und immer vom Zwischenhirn bis in die Gegend der Vorderstränge des Rückenmarkes nachweisbar, muss dieses Bündel ebenfalls zu den Grundbündeln des Gehirnes gerechnet werden, s. S. 131. Dass viele Fasern durch Theilung aus dem Nucleus commissurae posterioris stammen, ist oben erwähnt.

Das hintere, oder wie es nach der neuen Nomenclatur genannt wird, das dorsale Längsbündel verbindet sicher die Ebenen aller zur Augenstellung wichtigen Nervenkerne. Da neuerdings durch S. Ramon y Cajal nachgewiesen ist, dass es auch Fasern enthält, welche nicht in den bisher erwähnten Kernen entspringen, sondern aus dem Cerebellum stammen und zwar aus dem dort gelegenen zum Acusticus in Beziehung stehenden Nucleus Deiters, so begreift man, dass dieser typische Faserzug nicht ohne Grund als für die Aufrechterhaltung der Körperstellung und Orientirung wichtig angesehen wird.

Sie sehen in Fig. 226 einen Schnitt durch die vorderen Vierhügel. dicht an der hinteren Commissur von einem im 9. Fötalmonat geborenen Kinde. Alle zu dieser Zeit markhaltigen Fasern sind durch Hämatoxylin geschwärzt.

An den eingeschriebenen Bezeichnungen orientiren Sie sich leicht. Noch nicht näher erwähnt ist das kleine Bündel im Kreis stehender Querschnitte, das zwischen beiden rothen Kernen liegt und mit *b* bezeichnet ist. Es stammt aus dem Ganglion habenulae thalami und zieht von dort nach rückwärts zu einem kleinen, zwischen den Hirnschenkeln liegenden Ganglion, dem Ganglion interpedunculare. Dort kreuzt es sich vor seinem Eintritt in das Ganglion mit dem analogen Bündel der anderen Seite. Es heisst Tractus habenulo-peduncularis, Fasciculus retroflexus oder Meynert'sches Bündel. Sein Verlauf wird am besten aus Fig. 183 klar. In dem Ganglion habenulae endet, wie bereits früher erwähnt wurde, jener aus den lateralen Gebieten des Riechfeldes aufsteigende Faserzug, die Taenia thalami, zum grössten Theil.

Das Ganglion interpedunculare ist von Gudden entdeckt und von Forel zuerst genauer beschrieben worden. Gudden wies nach, dass nach Zerstörung

eines Ganglion habenulae das gleichseitige Meynert'sche Bündel absteigend degenerirt, und dass die deg. Fasern sich bis in das gekreuzte Ganglion interped. verfolgen lassen. Ganser entdeckte noch einen aus der Haube absteigenden Zug zum Ganglion interpedunculare.

Meine eigenen Untersuchungen an normalen Hunden und an einem solchen dem das Ganglion habenulae zerstört war, lehren weitere Verhältnisse kennen:

Es besteht das Ganglion interpedunculare beim Hunde aus fünf verschiedenen Ganglien. Frontal liegen neben einander zwei birnförmige Körper, bedeckt von einer flachen Platte, die direct an die Haubenfaserung grenzt. Dieser Complex,

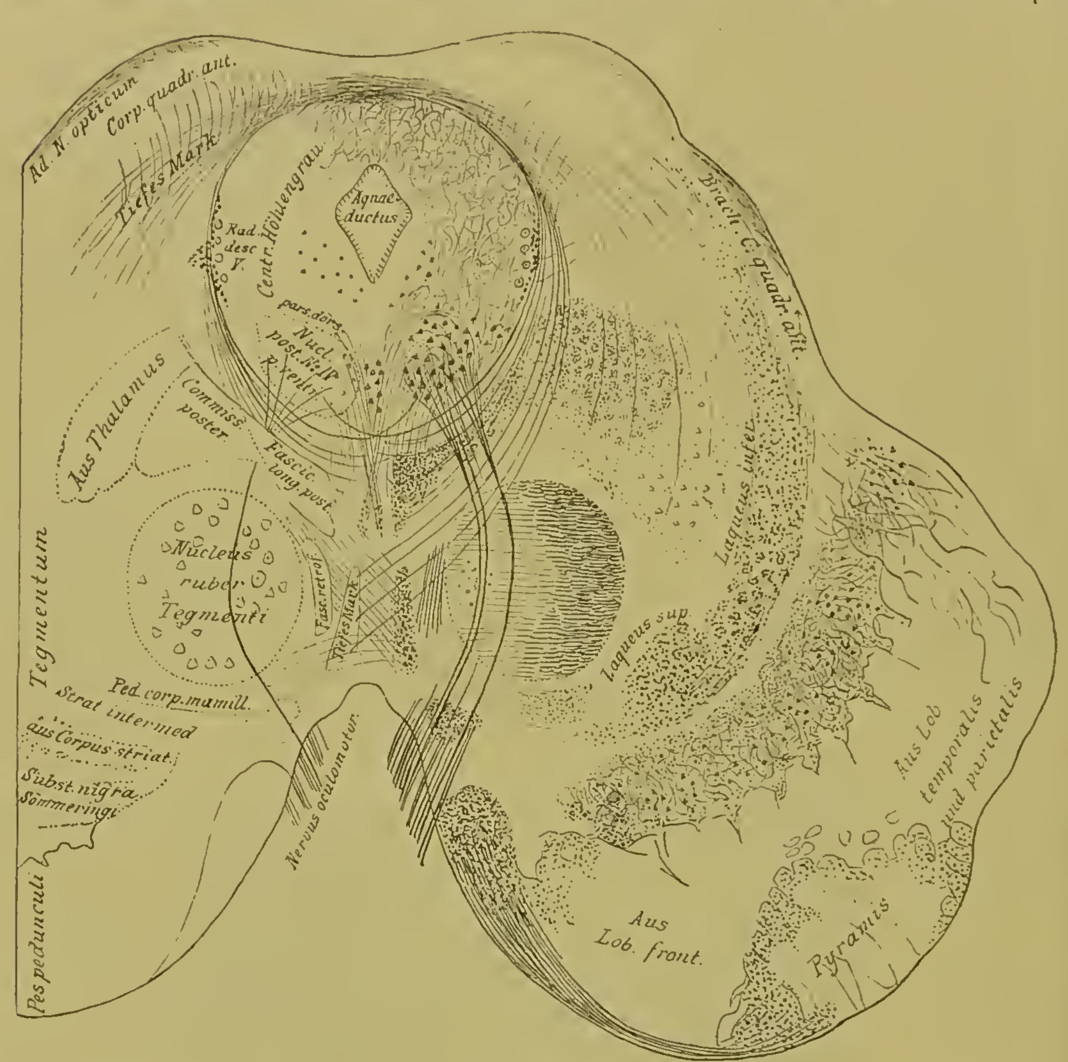


Fig. 227.

Schnitt dicht hinter den vorderen Vierhügeln, componirt nach Präparaten aus verschiedenen Stadien der Markscheidenbildung. Hämatoxylinkupferlackmethode. — Statt: Brach. corp. quadr ant. lies: post.

ist von den viel grösseren caudalen Ganglien von hinten her hufeisenförmig umfasst. Der hintere Umfang des Hufeisens wird von dem mächtigen, gemeinsamen Körper der caudalen Ganglien gebildet. Die vorderen dünneren Schenkel derselben nehmen die Meynert'schen Bündel auf, die sofort nach dem Eintritt ihre Markscheiden verlieren. Bei der Eidechse erkenne ich, dass sie sich in zahllose feinste — Golgi-Methode — Endpinsel nach Kreuzung im Ganglion auflösen. Die Angabe Gudden's von der Degeneration nach Untergang eines Ganglion habenulae kann ich bestätigen. Das Deckganglion ist von einem feinen Fasernetze erfüllt. Aus diesem treten Züge zwischen den beiden frontalen Ganglien ventralwärts. In

den frontalen, birnförmigen Ganglien endet der Zuzug aus der Haube des Mittelhirnes, starke Fasern, die auch nach Zerstörung des Vorderhirnes und des Thalamus erhalten bleiben.

In der Fig. 227 lege ich Ihnen eine Abbildung vor, die, nach Präparaten aus verschiedenen Entwicklungsperioden zusammengestellt, die allermeisten Bestandtheile erkennen lässt, welche auf einem Schnitte dicht hinter den vorderen Vierhügeln sichtbar sind.

Sie wollen dieselben zu einer Repetition des heute Vorgetragenen benutzen und die folgenden Bestandtheile aufsuchen:

1. Mittelhirndach: Corpus quadrig. anterius, aus dem dorsal der Sehnerv, ventral das tiefe Mark stammt; die Kreuzung des letzteren über dem Aquaeducte, das centrale Höhlengrau, das den Aquaeduct umgiebt. An seinem äusseren Rande liegt ein bisher noch nicht erwähnter kleiner Kern, dessen blasige Zellen durch das ganze Mittelhirn an der gleichen Stelle gefunden werden. Aus ihm stammt ein dünnes Faserbündelchen, das immerfort Zuwachs erhaltend, hinab in die Brücke zieht und dort sich zu den austretenden Fasern des Trigeminus gesellt. Es ist die Mittelhirnwurzel des Nervus trigeminus. Rad. desc. V. der Fig.

Im Mittelhirndache kann man eine etwas verwaschene Schichtung von grauen und weissen, auf einander folgenden Lagen erkennen. Der feinere gewebliche Aufbau der einzelnen ist beim Menschen noch nicht genügend bekannt. Bei niederen Vertebraten sind aber die Verhältnisse hier viel klarer; zahlreiche Untersuchungen, namentlich solche, die mit der Golgi-Methode angestellt sind, liegen bereits für das Mittelhirndach der Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel vor (s. S. 123), und es ist zu erwarten, dass in naher Zeit auch die Schichten beim Menschen richtig gedeutet werden können. Bekannt ist, dass in das Dach eintreten: Fasern aus dem Opticus, die der Retina entstammen, und Fasern aus der Sehstrahlung, also vom Occipitallappen her; dass aus Zellen im Dache Fasern entspringen, die in den Sehnerv gelangen, und solche, welche sich basalwärts zur Schleife wenden. Ausserdem ist bereits mit Sicherheit nachgewiesen, dass es im Mittelhirndache zahlreiche Ganglienzellen mit stark verzweigtem und in keine Nervenfaser übergehendem Axencylinder giebt.

Bei den Säugern unterscheidet man gewöhnlich von aussen nach innen gehend folgende Schichten im vorderen Hügel: 1. Oberflächliches Mark und Grau — die eintretenden Opticusfasern — atrophirt etwas nach Wegnahme eines Auges und ist bei dem Maulwurf mit reducirtem Sehapparate — Ganser — besonders dünn. 2. Mittleres Grau, eine directe Fortsetzung des oberflächlichen Grau. Am besten studirt bei den Vögeln — Ramon y Cajal, Gehuchten —, enthält es massenhafte Zellen, deren Axencylinder zum grössten Theile hinab in die Schleifenschicht gelangt, deren Dendriten sich aber um die feinen Endpinsel verästeln, welche der Sehnerv in das oberflächliche Grau schickt. In und unter diesem liegt 3. das mittlere Mark. Es enthält die Züge aus der Sehstrahlung zum Opticus, muss aber noch mehr andere Züge führen, denn es degenerirt nur unvollständig nach Wegnahme der Rinde und ist auch bei Reptilien, die keinen oder nur einen sehr unbedeutenden Zuzug aus der Rinde besitzen, zum Theile nachweisbar. 4. Das tiefe Grau und das tiefe Mark. Das Grau ist nur die Fortsetzung des Vierhügelgraues überhaupt. Das tiefe Mark enthält die aus dem Vierhügel entspringenden und da einmündenden Fasern der Schleifenschicht. Sie stammen aus dem tiefen und mittleren Grau.

2. Haube: Im ventralen Theile des Höhlengraues der Nucleus medialis und lateralis des Nervus oculomotorius, in ihn treten Fasern anscheinend aus dem tiefen Mark und solche aus dem Fasciculus longitudinalis posterior; lateral vom hinteren Längsbündel die Fasern der Commissura posterior, direct an es sich anschliessend. Nach aussen von diesen ein Markfeld, das aus dem Thalamus stammt, den es als Laminae medullares verlassen hat. Die Schleife aus den Vierhügeln — untere Schleife — und die aus dem Thalamus — obere Schleife. Nach innen von der Schleife der Nucleus ruber tegmenti, aus dem massenhaft bereits Bindearmfasern entspringen. Nahe der Medianlinie liegt jene Kreuzung von Fasern des tiefen Markes, die man als fontaineartige Haubenkreuzung bezeichnet. Zwischen ihr und dem Bindearm steigt ein Stück des Fasciculus retroflexus herab. Wie es an diese Stelle geräth, zeigt Fig. 183. Ventral vom hinteren Längsbündel der Zug des tiefen Markes, welches als Tractus tecto-spinalis medialis bezeichnet wurde.

3. Auf der Grenze zwischen Fuss und Haube erkennt man die Substantia nigra Sömmeringi, in der massenhaft Fasern — Stratum intermedium — verlaufen, die aus dem Linsenkern stammen.

4. Fuss des Hirnschenkels. Noch marklos; nach einem Präparate von einem 4 wöchentlichen Kinde ist die Pyramidenbahn eingezeichnet. Die medial von ihr liegenden Fasern stammen aus dem Lobus frontalis, die lateral liegenden aus dem Lobus parietalis und temporalis. Ein Bündel verlässt in dieser Gegend die Pyramide, und indem es den Fuss umzieht, gelangt es, allerdings erst in caudaler liegenden Ebenen, direct in die Lage der Schleife, deren medialste Schicht es bildet. Spitzka hat es durch vergleichend anatomische Gründe sehr wahrscheinlich gemacht, dass dieses Bündel die cerebralen Bahnen der Hirnnerven enthält. Nach innen von ihm sind auf der Abbildung die Wurzelfasern des Oculomotorius sichtbar. Sie durchschneiden kurz vor ihrem Austritt den Pedunculus corporis mamillaris.

Der Faserverlauf im Bereiche des Thalamus und der Regio subthalamica ist weniger sicher bekannt, als an den meisten anderen Stellen des Gehirnes. Auf diesem schwierigen Gebiete haben Meynert, Forel, Gudden, Flechsig, Ganser, Wernicke, Monakow, Kölliker, Bechterew, der Verfasser u. A. gearbeitet.

Der Ursprung der Sehnerven ist wesentlich bearbeitet worden von Meynert, J. Stilling, Tartuferi, Gudden, Bellonci, dann von Monakow, dem wir die wesentlichsten Fortschritte verdanken, von Henschen u. A.

Wir haben noch das Wenige nachzutragen, was als Zeichen der Erkrankung der Vierhügelgegend mit einiger Sicherheit gelten kann.

Krankheitsherde in der Regio subthalamica treffen ein solches Gewirr verschiedenartiger Fasern, dass ihre Symptome die allermannigfaltigsten sein werden. Eine sichere Diagnose dürfte jetzt kaum noch zu stellen sein.

Herde im Bereiche der Hirnschenkel treffen die motorische Faserung für die gegenüberliegende Körperhälfte inclusive der gekreuzten Kopfhälfte. Auch sensorische und vasomotorische Störungen können eintreten. Meist aber wird nicht

nur die Extremitätenmusculatur und einer oder mehrere Hirnnerven gelähmt, sondern es treten auch Störungen im Oculomotorius der erkrankten Seite auf. Wenn gleichzeitig ein Oculomotorius und die ihm gekreuzte Körperhälfte gelähmt werden, darf man an einen Herd unter den Vierhügeln denken. Solche Kranke können die Glieder einer Seite nicht oder nur theilweise bewegen, das obere Lid hängt herab, die Pupille ist erweitert, der Augapfel durch den M. rectus externus nach aussen rotirt. Durch einen Tumor an der Hirnbasis könnten, wie ein Blick auf Fig. 207 zeigt, die gleichen Symptome einmal erzeugt werden; es ist desshalb wichtig für die Diagnose, wenn Augen- und Extremitätenlähmung gleichzeitig auftreten, was im letzterwähnten Falle nur durch eine ganz besondere Combination der Verhältnisse vorkommen dürfte. Wenn Anästhesie auftritt, ist sie ebenfalls nur auf der der Erkrankung entgegengesetzten Seite vorhanden. Die sensiblen Fasern verlaufen wahrscheinlich zum grössten Theile in der Schleife.

Reicht ein Krankheitsherd weiter dorsal und trifft die Corpora quadrigemina selbst, so tritt ausser der, wie ein Blick auf unsere Querschnitte zeigt, fast selbstverständlichen einseitigen oder doppelseitigen Oculomotoriusstörung bei Erkrankung des vorderen Vierhügels Sehschwäche ein; zuweilen ist ophthalmoskopisch gar nichts Abnormes dabei nachzuweisen. Bei Tumoren kann natürlich, wie bei Tumoren an anderen Stellen des Gehirnes, Stauungspapille, Sehnervenatrophie u. s. w. eintreten. Meist ist die Pupille ganz reactionslos. Welche Symptome den Erkrankungen der hinteren Vierhügel zukommen, wissen wir nicht. Man hat Gleichgewichts- und Coordinationsstörungen dabei eintreten sehen.

Am leichtesten wird der Verdacht auf Vierhügelerkrankung rege, wenn beide Oculomotorii gelähmt sind, und periphere Ursachen (an der Hirnbasis) sich ausschliessen lassen, oder wenn nur ein Theil eines Oculomotorius (z. B. nur die Fasern zu dem inneren Augenmuskel) geschädigt ist. Bei Affection des peripheren Stammes ist das kaum möglich, solche Lähmungen sind fast immer nuclearer Natur.

Dreiundzwanzigste Vorlesung.

Die Brücke und das Kleinhirn.

Meine Herren! Wir haben in der letzten Vorlesung gesehen, dass die Faserzüge aus dem Vorder- und Zwischenhirn sich im Bereich des Mittelhirnes in zwei verschiedene Lagen, den Fuss und die Haube, ordneten. Hinter den Vierhügeln erweitert sich der Aquaeductus bedeutend. Fuss und Haube ziehen unter ihm weiter abwärts in das Hinterhirn. Nur ein Haubenbestandtheil, der Bindearm aus dem rothen Kern der Haube, tritt jetzt vom Boden des Mittelhirnes dorsalwärts zum Dache des Hinterhirnes. Aus diesem Dach ist beim Erwachsenen das Kleinhirn, Cerebellum, hervorgegangen. Der darunter liegende Hohlraum, die Fortsetzung des Aquaeductes, heisst Ventriculus quartus. Im Boden und in den Seitentheilen des Hinterhirnes ist die Fortsetzung von Fuss und Haube enthalten.

Sehen wir zunächst zu, was aus der Faserung des Hirnschenkelfusses wird.

Nicht weit hinter den Vierhügeln legen sich dicke weisse Fasermassen ventral vor die Hirnschenkel. Aus dem Kleinhirn herabsteigend,

umgreifen und bedecken sie die Fussregion in dichter Schicht. Die Gesammtheit dieser Fasern wird Brücke, Pons, genannt.

Nur ein Theil von ihnen bedeckt den Fuss von aussen (Stratum superficiale pontis), die Mehrzahl dringt von beiden Seiten zwischen die Fussfaserung ein, zersprengt sie in einzelne Bündel, Stratum complexum et profundum pontis.

Sie erinnern sich, dass von den Fasern, welche im Fuss vom Gehirn abwärts ziehen, ein Theil nur bis zur Brücke verfolgt werden konnte. Es waren das Züge aus dem Frontal-, Parietal- und Temporallappen. Die Pyramidenbahn aus der Gegend der Centralwindungen zieht durch die Brücke hindurch. Fast das ganze innere und äussere Drittel des Hirnschenkelfusses bleibt in der Brücke; jenseits derselben tritt nur noch von den Fussbestandtheilen das mittlere Drittel, eben die Pyramidenbahn, aus, wie die beistehende Zeichnung, welche die Brücke von vorn gesehen mit den Hirnschenkeln und dem Kleinhirn darstellt, durch stärkere Schattirung der Pyramide schematisch andeutet.

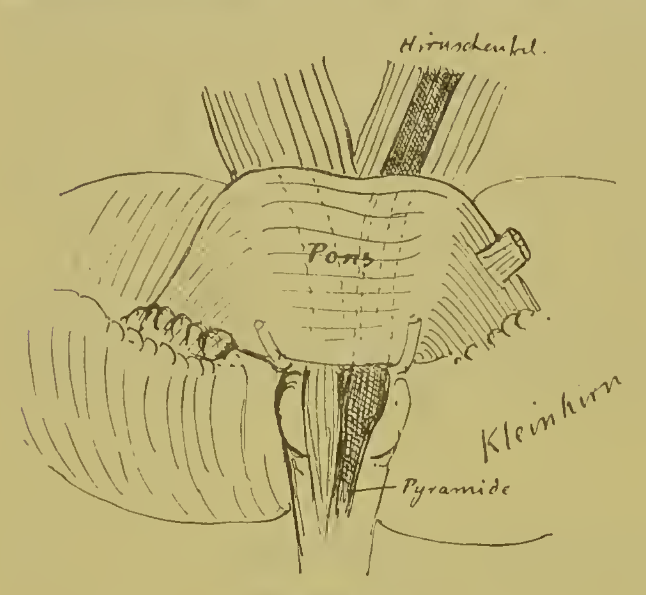


Fig. 228.

Die Hirnschenkel und die Brücke von vorn gesehen. Die Fussbahn, welche nicht in der Brücke bleibt, ist schraffirt.

Die Ponsfasern kommen beiderseits von oben aus den Kleinhirnhemisphären, umgreifen und durchflechten die Fussfaserung und treten in den ventraleren Gebieten — Stratum superficiale — zumeist zu Brückenganglien der gleichen, in den dorsaleren zu solchen der gekreuzten Seite, Minghazzini. Die Brückenganglien sind graue, von einem Netze feiner Fasern erfüllte Massen, in die man einerseits die Fasern aus den Brückenarmen, andererseits die aus dem Gehirn stammenden Bahnen verfolgt.

Es ist durch Untersuchungen von S. R. y Cajal ziemlich sicher geworden, dass um die grossen Zellen der Brückenganglien die mächtigen cortico-pontinen Züge aufsplittern, und dass aus den Axencylindern jener Zellen die Arme zum Kleinhirn werden. Die Degenerationsversuche zeigen, dass aber auch bei Kleinhirnentfernung ein Theil der Brückenfasern zu Grunde geht. So müssen wir annehmen, dass, wie in vielen anderen Bündeln, so auch in den Brückenarmen Fasern doppelter Verlaufsrichtung, solche aus Zellen des Kleinhirnes zu den Brückenganglien und solche aus den Zellen jener Ganglien hinaus zum Kleinhirne vorhanden sind.

Bei Thieren mit relativ kleinem Grosshirne ist auch die Brücke klein, beim Menschen erreicht sie die relativ grösste Ausdehnung. Man vergl. z. B. Fig. 164

mit Fig. 207. Hier ist beim Kalbe eine zwischen Fuss- und Haubentheil der Brückengegend liegende Querfaserung, das Corpus trapezoides, sichtbar, das beim Menschen von Brückenfasern bedeckt wird. Es führt dem Acusticus angehörige Züge.

Bei den Säugern ist den Brückenfasern jene Bahn aus dem Kleinhirne zur Haube des Nachhirnes beigemengt, welche ich Ihnen schon bei Betrachtung der niedersten Vertebratengehirne demonstriren konnte. Ihre Fasern ziehen nicht in die Brückenganglien, sondern erheben sich in der Raphe des Pons dorsalwärts kreuzend aus ihrem Verlaufe und zerstreuen sich dann in dem Grau der Haube. Fig. 229 b.

Ist der Fuss des Grosshirnschenkels durch die Brückenfasern zerspalten und zum Theil in das Kleinhirn abgeleitet worden, so setzt sich doch die Haube desselben nur wenig verändert durch die Pons-Region hindurch fort.

An dem letzten Querschnitt durch die Vierhügelgegend hatten wir als wesentliche Bestandtheile der Haube die folgenden kennen gelernt (vgl. Fig. 227):

1. Die graue Substanz um den Aquaeductus mit den Nervenkernen.
2. Unter ihr die dorsalen Längsbündel, und nach aussen von diesen
3. die Fasern der Commissura posterior.
4. Die rothen Kerne im Centrum der Haube und die aus ihnen entspringenden Bindearme.
5. Die Schleifenschicht, enthaltend die Tractus tecto-bulbares et spinales, ausserdem im medialen Abschnitt die Tractus thalamo-bulbares et spinales.
6. Den Pedunculus corporis mamillaris.
7. Fasern aus dem tiefen Mark nahe der Medianlinie, Tractus tecto-spinalis cruciati.

Der Aquaeductus erweitert sich, wie oben gesagt wurde, zur Rautengrube. Die ihn umgebende graue Substanz breitet sich damit auch in die Fläche mehr aus. Der caudalste Abschnitt der motorischen Kernsäule, welche weiter den Oculomotorius entsandte, heisst hier (Kausch) Nucleus N. trochlearis. Die Trochlearisfasern steigen aber nicht wie die Oculomotoriusfasern durch die Haube ventralwärts; sie ziehen vielmehr gleich nach ihrem Ursprung ein Stück in fast horizontaler Richtung caudalwärts, erheben sich erst dann und kreuzen sich schliesslich im Velum medullare anticum mit denjenigen der anderen Seite. So verlassen sie das Gehirn an der dorsalen Seite, dicht caudal von den hinteren Vierhügeln. Auf Fig. 229 a und 229 b sind Stücke des Trochlearislaufes sichtbar. Auf Fig. 224 ist der ganze Zug des Nerven nach Präparaten eingezeichnet.

Die dorsalen Längsbündel und die Fasern der Commissura posterior gehen, an gleicher Stelle bleibend wie unter den Vierhügeln, hinab in

die Haube des Nachhirnes. Das gleiche gilt auch von der Schleifenschicht. Sie entwickelt sich erst hier in ihrer ganzen Breite. Denn wenn auch der grösste Theil des tiefen Markes, also die Tractus tecto-bulbares et

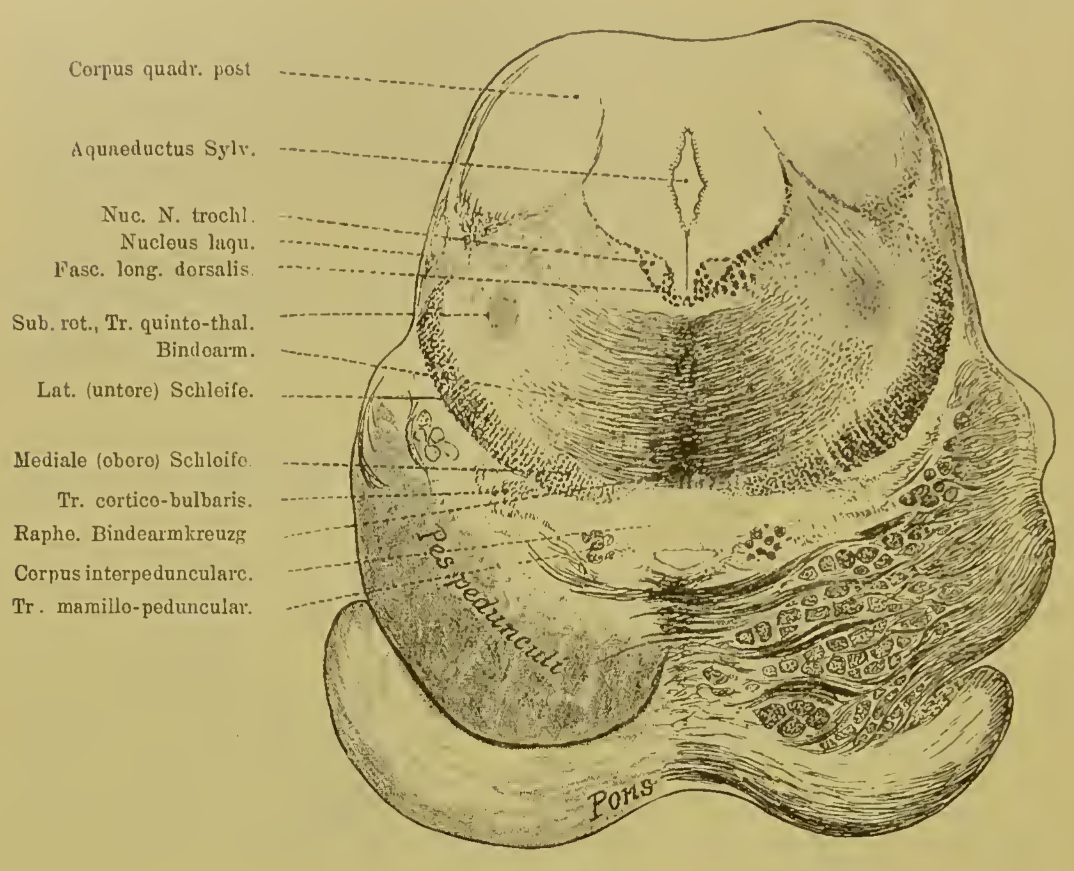


Fig. 229a.

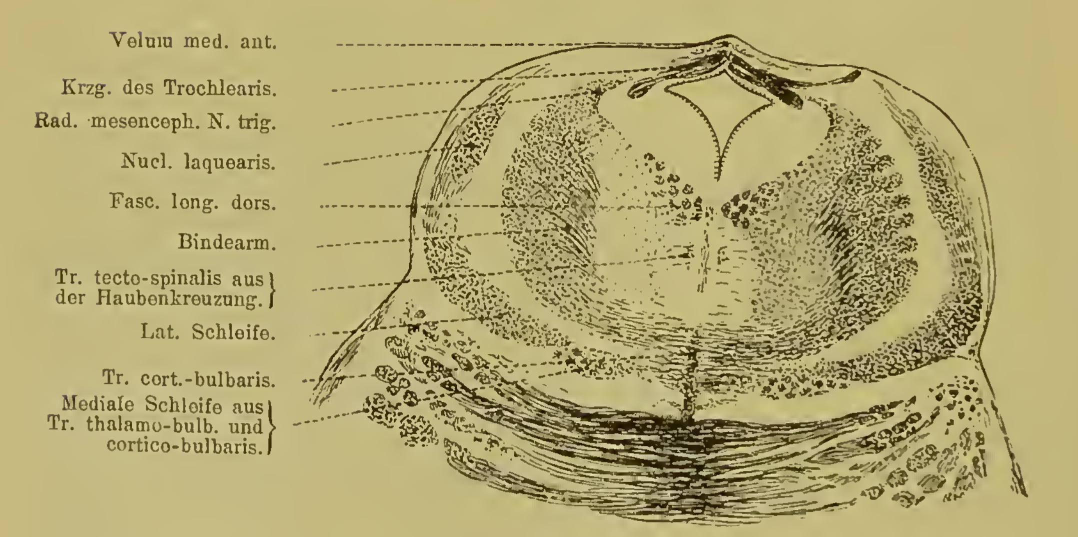


Fig. 229b.

Zwei Schnitte durch den frontalsten Abschnitt des Ponsgebietes. Der obere enthält noch die hinteren Hügel mit den darunter liegenden Trochleariskernen und der Bindearmkreuzung. Ventral sieht man in ihm links, schemat. umrissen, noch den Hirnschenkelfuss, der rechts von den Brückenfasern zerspalten wird. An dem unteren Schnitte ist die Veränderung in der Haube, die direct hinter den Vierhügeln auftritt, gut sichtbar. Ausserdem zu beachten die Trochleariskreuzung. Es empfiehlt sich, jedes einzelne Bündel des oberen Schnittes auf dem unteren aufzusuchen.

tecto-spinales hier bereits in horizontaler Schichtung über dem Fusse liegt, so wachsen doch noch immer lateral Fasern, besonders aus den hinteren Vierhügeln zu. Fig. 229, 230. In diesen Theil der lateralen Schleife, welcher fast ausschliesslich zu den Endstätten der Hörnerven hingeht, sind Gruppen von Ganglienzellen eingelagert — Schleifenkern —, die ihre Axencylinder zumeist der Schleifenfaserung ascendirend und descendirend beigesellen.

In der Fig. 230 sieht man aussen die laterale Schleife, das dorsale dreieckige Areal, zur horizontal liegenden Schleifenschicht herabziehen.

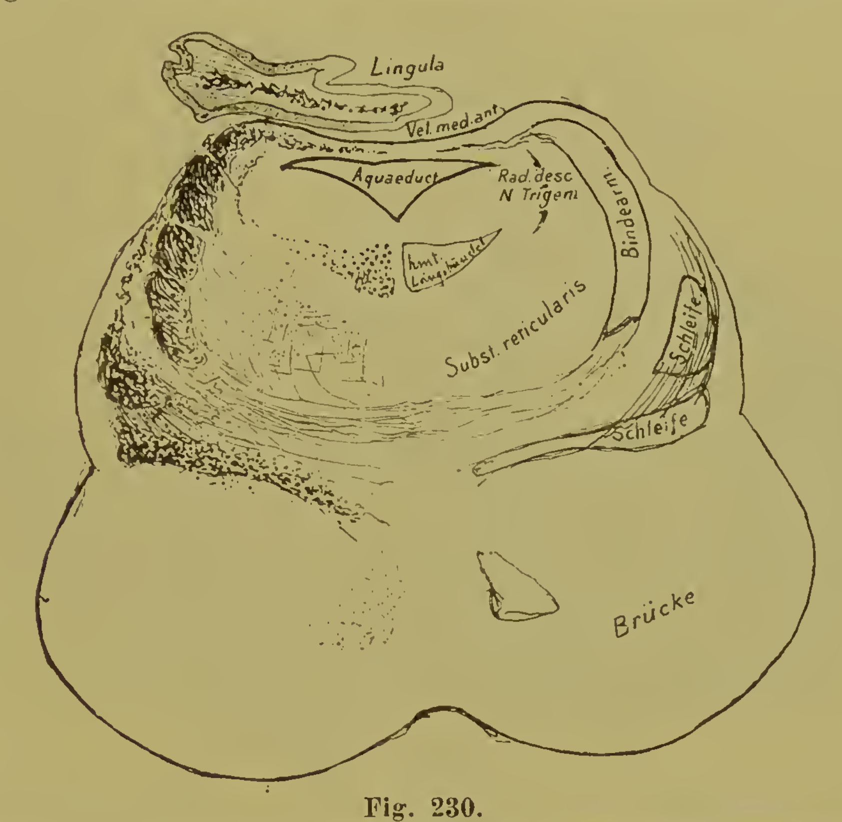


Fig. 230.

Schnitt durch die obere Brückengegend, dicht caudal von den hinteren Hügeln, von einem Fötus aus dem neunten Schwangerschaftsmonate.

Der mediale Theil der Schleifenschicht, die Tractus thalamo-bulbares et thalamo-spinales, also die obere Schleife erfährt auch eine Verstärkung. Es wachsen ihm nämlich aus dem Pyramidenabschnitt des Fusses Fasern zu, welche dorsalwärts gehend sich an ihn dicht neben der Mittellinie anlegen. Diese Züge, Tractus cortico-bulbares. Fig. 229 a u. b, enden später dorsalwärts steigend in den Kernen der Brücke und Oblongata, so die Rindenverbindung dieser für die Sprache und den für die Mimik und den Schluckakt wichtigen grauen Massen herstellend.

Die Substantia nigra und mit ihr das Stratum intermedium sind in Schnitten aus dem Bereich der Brücke verschwunden. Ueber die Fortsetzung der Striae medullares thalami wissen wir nichts Sicheres.

Noch ehe die Brückenregion beginnt, wird der rothe Kern immer kleiner, die ihm entstammenden Bindearme rücken mehr und mehr nach

aussen und präsentiren sich jetzt als zwei kräftige Faserbündel, die zwischen der Region des rothen Kernes und der Schleife liegen. In Fig. 230 a beginnt sich ihr Querschnittsbild erst anzulegen; auf Schnitten, die nur wenig weiter nach hinten fallend das Velum schon treffen, liegen sie schon weit nach der Peripherie gerückt (Fig. 229 b), und in dem Fig. 230 abgebildeten Schnitt durch das Velum medullare posterius bilden sie die äussere Begrenzung der Zeichnung. Bald nachher senken sie sich in das Kleinhirn ein.

Das Gebiet, welches mit dem Verschwinden des rothen Kernes frei wird, nehmen die hier an Ausdehnung gewinnenden Fasern der Substantia reticularis ein, die wir später näher kennen lernen werden. Es sind zumeist längs verlaufende Fasern, die aus den untersten Ebenen der Oblongata in allmählich abnehmender Menge bis in das Mittelhirn hinauf und weiter bis in die ventralsten Thalamusgebiete verfolgt werden können. Sie stammen aus caudaler liegenden Zellen und aus solchen, welche in ihrem Verlaufe selbst angeordnet sind. Bei einem Hunde mit fehlendem Thalamus waren sie erhalten. Es handelt sich wahrscheinlich um ein System, das verschiedene Höhen der Haube in sich verknüpft.

Es ist nicht schwer, wenn man sich einmal an einem guten Schnitt durch die Vierhügelgegend die Bedeutung der einzelnen Querschnittsfelder klar gemacht hat, dieselben auch auf Schnitten durch den oberen Theil der Brücke aufzufinden und richtig zu deuten. Die Veränderungen betreffen ja im Wesentlichen nur die Lage des Bindearmes und die Gestaltung der grauen Substanz unter dem sich erweiternden Aquaeductus, wo neue Nervenkerne auftreten, dann den Zutritt der lateralen Schleife zur Schleifenschicht und die Zunahme der Systeme der Substantia reticularis.

Wenn man aber weiter hinab Querschnitte anlegt, ändert sich das Bild doch wesentlich. Das geschieht dadurch, dass aus dem Dach des Ventrikels caudal vom Velum medullare anticum das Cerebellum wird, und dass Fasern aus der Haube und aus dem Fusse in enge Beziehung zu diesem treten.

Bindearm und Brückenfasern verschwinden in dem Kleinhirn. Von unten, von der Medulla oblongata und vom Rückenmarke her kommen Fasern, welche die Haube durchflechten und sich ebenfalls zum Cerebellum wenden.

Es ist desshalb zweckmässiger, wenn wir an dieser Stelle, also dicht hinter den Vierhügeln, die Verfolgung der Haubenbahn für einige Zeit aufgeben, wenn wir uns zunächst zum Studium der Theile des Centralnervensystems wenden, aus denen sich hier Bahnen einsenken. Das Bild des Haubenquerschnittes wird Ihnen zweifellos später viel leichter verständlich, wenn Sie die Fasernordnung im Cerebellum etwas übersehen, wenn Sie das Rückenmark und die Medulla oblongata in ihrem Aufbau kennen gelernt haben.

Das **Kleinhirn, Cerebellum,** besteht aus dem Mittelstück oder Wurm (Vermis) und den beiden Hemisphären. Mit dem Zwischenhirne hängt es vorn durch die Bindearme aus dem rothen Kerne, vordere Kleinhirnschenkel, mit dem Vorderhirne ventral durch die Brückenarme, mittlere Kleinhirnschenkel, zusammen. Durch die ersteren bekommt es wesentlich Fasern aus dem Thalamus und dem Gebiete der Haubenstrahlung, durch die letzteren Züge aus der Rinde des Frontallappens, des Parietal- und des Temporallappens. Eine dritte Verbindung geht das Cerebellum durch die hinteren Kleinhirnschenkel, die Corpora restiformia, welche wir erst später betrachten können, mit der Medulla oblongata und dem Rückenmarke ein.



Fig. 231.
Das Cerebellum. Dorsale Seite.

Auf der vorstehenden Abbildung, welche das Kleinhirn von oben gesehen zeigt, wollen Sie beachten:

1. Die Lage zu den Vierhügeln, unter denen die Bindearme zum Kleinhirne hervorkommen.
2. Die allgemeine Gestaltung, wobei in der Mitte der Wurm, beiderseits die Hemisphären zu merken sind. Wurm und Hemisphären zerfallen in einzelne grössere Lappen. Die des Wurmes sind wie die Radspeichen eines Dampfschiffes um den Markkern des Wurmes gestellt. (Auf dem gerade durch den Wurm fallenden Schnitte Fig. 234 wird das klar.)

Der Wurm hängt rechts und links mit dem Marklager der Kleinhirnhemisphären zusammen, das an seiner Oberfläche durch tiefere Furchen in Lappen und durch flachere in Leisten getheilt ist.

Der dorsale Theil des Wurmes heisst Oberwurm. Er zerfällt in:

1. Lingula (Züngelchen), ganz vorn zwischen den Bindearmen.
2. Lobulus centralis (Centrallappen), geht beiderseits in Alae lob. centr. über.
3. Monticulus (Berg), an dem man den vorderen Theil als Culmen, den hinteren als Declive unterscheidet.
4. Folium vermis (Fol. cacum. der Fig. 231), am hinteren Ende des Oberwurmes.
5. Tuber vermis (Tuber valv. d. Abbildung).

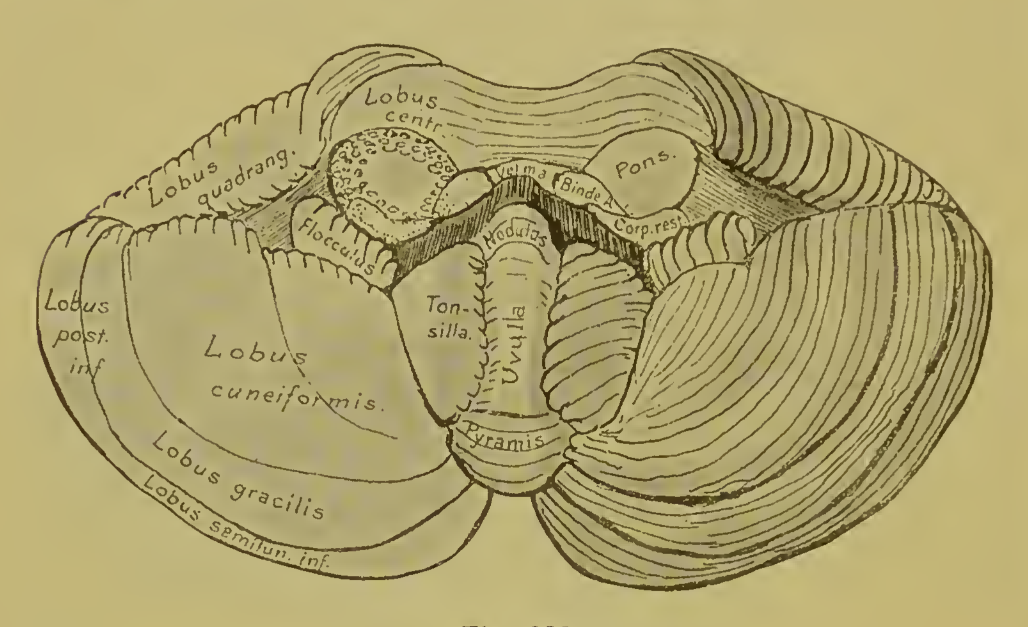


Fig. 232.
Das Cerebellum. Ventrale Seite.

Der dorsale Theil der Hemisphären lässt unterscheiden:

1. Vorderer Oberlappen, auch Lobulus quadrangularis genannt; beiderseits vom Monticulus.
2. Hinterer Oberlappen, Lobus semilunaris superior. Die beiden hinteren Oberlappen hängen durch das Folium vermis unter sich zusammen.

Die Lappenbildung an der Unterfläche des Kleinhirnes zeigt die Zeichnung der Figur 232.

Sie bietet ein etwas complicirtes Bild. Um nämlich das betreffende Präparat herzustellen, muss das Kleinhirn erst von seinen Verbindungen mit dem Mittelhirne, den Bindearmen also, dann von der Brücke und von dem Corpus restiforme, der Gesammtheit der zum Rückenmarke und verlängerten Marke gehenden Faserzüge, gelöst werden. So entstehen jederseits die 3 Querschnittsbilder der Kleinhirnschenkel. Zwischen den Bindearmen liegt eine dünne Membran, das Velum medullare anticum.

auch ein Theil des Hinterhirndaches. Es ist durchtrennt auf dem Querschnitte sichtbar.

Die Lappen an der Unterseite des Wurmes (Unterwurm), Fig. 232, heissen:

1. Nodulus (Knötchen).
2. Uvula (Zäpfchen).
3. Pyramis (Pyramide).
4. Tuber vermis (Klappenwulst), ganz hinten, zum Theile noch auf der Dorsalseite gelegen.

In den Hemisphären liegt:

1. Beiderseits vom Nodulus die Flocke, Flocculus, an dem dünnen Pedunculus flocculi befestigt.
2. An der Uvula die Tonsilla, Mandel.
3. Aussen von ihr der Lobus cuneiformis oder Lobus biventer.
4. Hinter ihm der hintere Unterlappen, Lobus posterior inferior, an dem man die vordere Hälfte als Lobus gracilis, die hintere als Lobus semilunaris inf. bezeichnet.



Fig. 233.

Die aus dem Mittelhirne, der Brücke und dem Rückenmarke zum Kleinhirne tretenden 3 Arme, nach Hirschfeld und Leveillé (Sappey). Man sieht unter den Vierhügeln 8 die oberen Schenkel oder Bindearme 5 hervortreten, von der ventralen Seite kommen die mittleren Schenkel oder Brückenarme 7, und vom Rückenmarke her steigt der Strickkörper 3 als unterer Schenkel empor. Er kreuzt sich bei seinem Eintritte mit dem Bindearme. Zu bemerken sind noch auf dem Bilde die Rautengrube 1, die Striae acusticae 2, und die Clavae der Funiculi graciles 4. Bei 6 ist die Schleife zu suchen.

Auf obenstehender Zeichnung sehen Sie die drei jederseits zum Kleinhirne ziehenden oben genannten Markfortsätze. Dieselben treten ein in den Markkern der Hemisphären, welcher sich in das Mark der einzelnen Lappen und von da wieder in das der Läppchen und Markleisten fortsetzt. Diese Markleisten sind von grauer Rinde überzogen, welche sich überall über sie hin faltet und so eine Ausdehnung gewinnt, die unverhältnissmässig grösser ist, als die äussere Form und Grösse des Kleinhirnes erwarten liessen.

In den Hemisphären ist der Markkern ziemlich mächtig. Im Wurme ist er nur klein. Der beistehende mediane Sagittalschnitt durch das Kleinhirn geht gerade durch den Wurm. Er zeigt, wie sich dessen Mark vorn in eine dünne, nach den Vierhügeln zu ziehende Membran, das Velum medullare anticum, fortsetzt. Diese dünne, zwischen den Bindearmen ausgespannte Membran bildet das Uebergangsstück vom Dache

des Mittelhirnes zum Dache des Hinterhirnes. Auf ihr liegt das vorderste Läppchen des Oberwurmes, die Lingula.

Das eigenthümliche Längsschnittbild des Wurmes führt seit Alters den Namen Arbor vitae. Das centrale Stück, das Marklager des Wurmes, heisst Corpus trapezoides. Lingula, Lobulus centralis, Uvula und Nodulus münden getrennt in dasselbe ein. Eine Anzahl der Lappen des Monticulus vereinen sich vor der Einmündung zum verticalen Ast des Arbor vitae; der hintere Theil des Monticulus, das Folium cacuminis und das Tuber valvulae, also die Lappen, welche um die hintere Kante des Kleinhirnes herum liegen, treten zum horizontalen Aste des Arbor vitae zusammen.

Hinten zieht vom Kleinhirne das Velum medullare posticum als Dach über die Rautengrube bis zum Ende der Hinterstränge des Rückenmarkes. Dieses Dach besteht nur in seinen lateralen Theilen aus dichterem (wesentlich Glia-) Gewebe, in der Medianlinie ist es nur durch eine Schicht cubischen Epithels repräsentirt. Aus der Pia treten an diese zahlreiche Gefässschlingen heran und stülpen sie zum Theil in den Ventrikel hinein (Plexus chorioides — ventriculi quarti — medialis). Die lateralsten Theile bilden aber neben der Oblongata noch jederseits eine sackartige Ausbauchung, deren mediale Wand ebenfalls durch Gefässschlingen zum Plexus chorioides wird (vergl. Fig. 279). Plexus chorioides lateralis. Sowohl in dem mittleren Plexus, als an der Ursprungsstelle des seitlichen findet man durchlöcherte Stellen (Key und Retzius). Die mittelste dieser offenen Stellen im Medullarrohre heisst Foramen Magendii. Sie ist für die rasche Ausgleichung von Druckschwankungen der Cerebrospinalflüssigkeit von grosser Wichtigkeit.

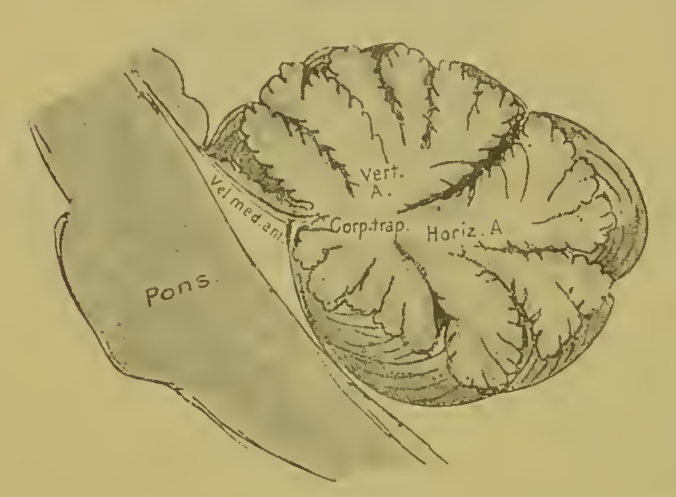


Fig. 234.
Sagittalschnitt durch die Mitte des Wurmes.

In die oben geschilderte Masse des Kleinhirnes münden nun die drei wiederholt genannten Arme jederseits ein. Sie treten in den mächtigen Markkern und gehen da Verbindungen mit grauen Kernen ein, ausserdem senden sie Züge zur Kleinhirnrinde.

An der Rinde unterscheidet man schon bei schwacher Vergrösserung drei verschiedene Schichten. Am weitesten nach aussen liegt die Zona molecularis, am weitesten nach innen, an das Markweiss grenzend, die Zona granulosa, und zwischen beiden findet man eine Lage sehr grosser Zellen, die Purkinje'schen Zellen.

Sie erinnern sich, dass ich Ihnen in der dritten Vorlesung mitgetheilt habe, wie wir annehmen müssen, dass im Centralnervensysteme die Beziehung zweier Zellen zu einander immer dadurch hergestellt werden, dass die Protoplasmafortsätze der einen umgeben werden von dem aufgezweigten Axencylinder der anderen. Da man den Complex: Zelle, Axencylinder, Aufsplitterung des letzteren als Neuron bezeichnet, kann man auch sagen: im ganzen Nervensysteme liegen unzählige einzelne Neurone; die Verbindung derselben unter einander findet immer durch Aneinanderlegen in der geschilderten Weise statt. Sie haben bisher erst im Lobus olfactorius ein Beispiel für das Gesagte kennen gelernt. Heute kann ich Ihnen in der Kleinhirnrinde das, was wir dort einmal kennen lernten, auf die mannigfachste Weise verwirklicht vorführen.

Die Purkinje'schen Zellen — 1 der Fig. 235 — senden ihren Axencylinder hinab in die Zona molecularis und in das Marklager unter dieser. Auf dem Wege dahin giebt er Collateralen ab, die zum Theil aufwärts umbiegen und sich um den Zellleib herum verästeln (s. Abbildung). Die Dendritenfortsätze sind ausserordentlich reichlich entwickelt, namentlich in der Sagittalebene, in die Transversalebene treten viel weniger ein. Will man also Bilder bekommen, wie das Fig. 235 abgebildete, so muss man senkrecht zur Kleinhirnfurchung die Schnitte anlegen.

Das ganze reiche Geäst der Dendritenausläufer wird nun umsponnen von dicken Fasern (2 der Figur), die, aus einer Zelle an unbekanntem Orte kommend, in das Kleinhirnmark eintreten, die Körnerschicht durchziehen und in der Molecularschicht sich aufzweigen. So ist jede Purkinje-sche Zelle in Verbindung mit einem entfernten Orte gesetzt. Es giebt aber in der Molecularschicht auch eine Art Zellen, welche geeignet sind, eine Anzahl der Purkinje'schen Elemente unter einander in Verbindung zu bringen. Solche Zellen (3 der Fig. 235) entsenden einen langen Axencylinder ziemlich parallel der Oberfläche der Rinde, und aus diesem senkt sich von Stelle zu Stelle ein feiner Fortsatz herab. Derselbe tritt nahe an den Körper einer der grossen Purkinje'schen Zellen und splittert sich dann, diesen mit seinen Endästen umfassend, auf.

Die Körnerschicht besteht zum grössten Theile aus polygonalen kleinen Zellen (4) mit grossem Kerne. Jede derselben entsendet eine kleine Anzahl sich bald verzweigender Dendriten und einen Axencylinder. Der letztere dringt nach aussen in die Molecularschicht, und dort theilt er sich in zwei transversal zur Körperaxe laufende feine Fasern. In der Figur kann man diese Theilung nur eben durch eine kleine Querlinie angedeutet sehen, weil der abgebildete Schnitt in sagittaler Richtung, also senkrecht zum Windungsverlaufe des Kleinhirnes angelegt ist. Die zahlreichen Pünktchen in allen Höhen der Molecularschicht rechts unten entsprechen solchen quergetroffenen Theilästchen. Ausser den eben erwähnten Zellen kommen in der Körnerschicht noch solche vor (5), deren Axencylinder sich zwischen den Körnern ausserordentlich fein aufzweigt, während die Dendriten, nicht unähnlich denen der Purkinje'schen Zellen,

aber weniger reichlich, sich in der Molecularschicht vertheilen. Auch in der Körnerschicht enden Fasern (6) unbekannter Herkunft, die aus dem Marklager dahin eintreten.

Wie Sie sehen, liegt also in der Rinde des Cerebellums ein ausserordentlich complicirter Apparat vor, ein Apparat, der wohl geeignet ist, Elemente sehr verschiedener Art und Herkunft unter einander zu verbinden.

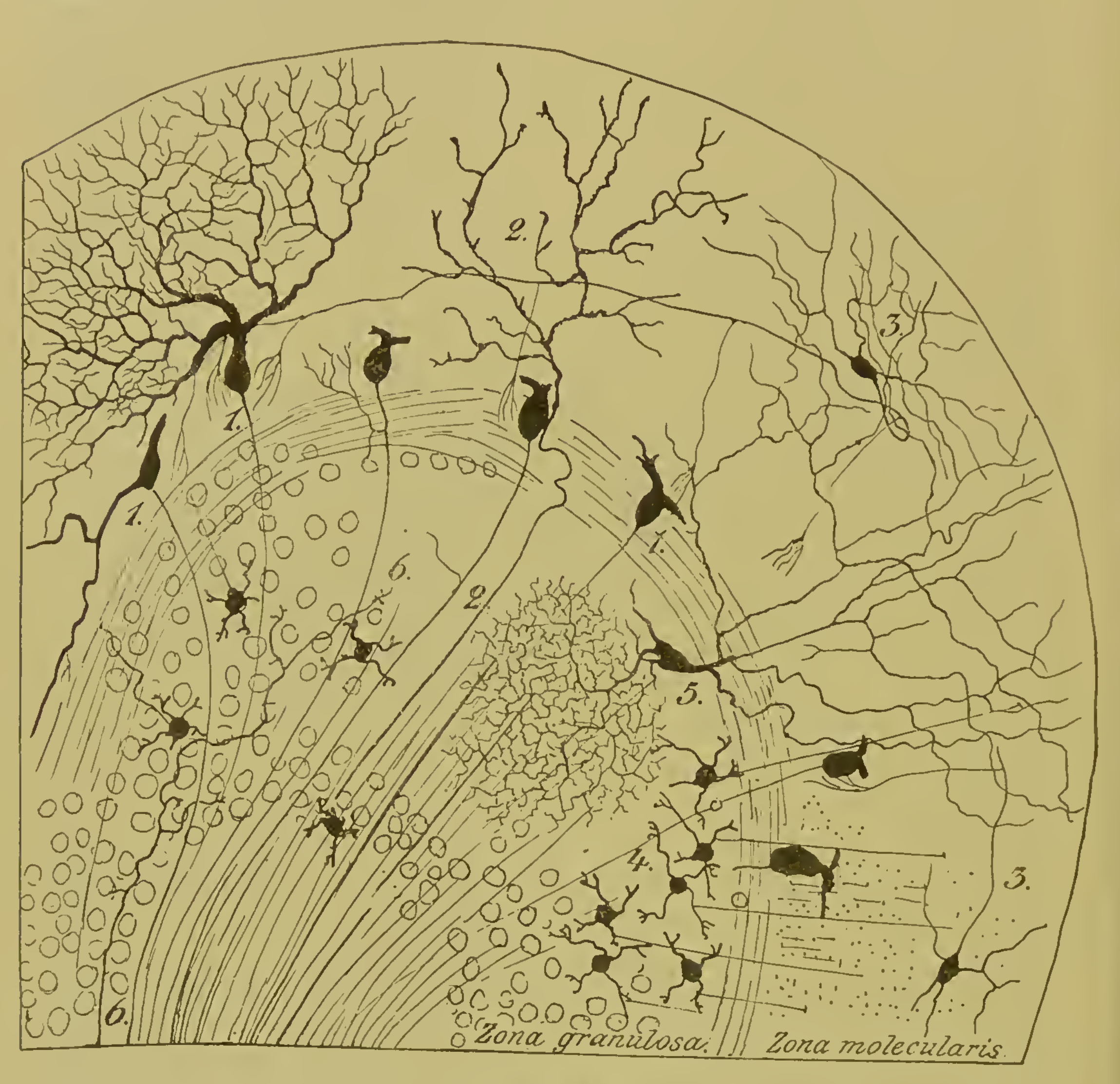


Fig. 235.

Schnitt in sagittaler Richtung durch die Rinde des Cerebellums nach Behandlung mit der Methode von Golgi. Zusammenstellung einzelner da beobachteter Zellen auf einem Schnitt. Nach Zeichnungen von S. R. y Cajal und v. Gehuchten. Es sind mehr Zellarten (Hill u. A.) bekannt.

An dem Schnitte, den ich Ihnen hier in Fig. 236 vorlege, soll gezeigt werden, wie die Fasern aus dem Kleinhirnweiss in dicken, markhaltigen Zügen in die Rinde eintreten, wie von diesen Zügen im Bereiche der Körnerschicht zumeist nur gewundene Theilstücke auf dem Schnitte sichtbar sind, und wie ein wahrer Plexus markhaltiger Nervenfasern in sagittaler Richtung unter und zwischen den Purkinje'schen Zellen einherzieht. Einzelne in gleicher Richtung ziehende dünne, markhaltige Fasern

— auf der Figur nicht sichtbar — kommen auch noch ein kleines Stück über die grossen Zellen hinaus, in der Molecularschicht vor.

Die Beschreibung der Kleinhirnrinde lege ich Ihnen auch desshalb mit allem bekannten Detail vor, weil neuere Untersuchungen gezeigt haben, dass auch hier bei der progressiven Paralyse Faserschwund und andere Veränderungen vorkommen können. Es kann desshalb die Kenntniss der anatomischen Verhältnisse für Untersuchungen im Bereiche der Pathologie grosse Wichtigkeit gewinnen.

Alle Rindenpartieen sind durch guirlandenförmige, ihrer Contour folgende Faserzüge unter einander verknüpft.

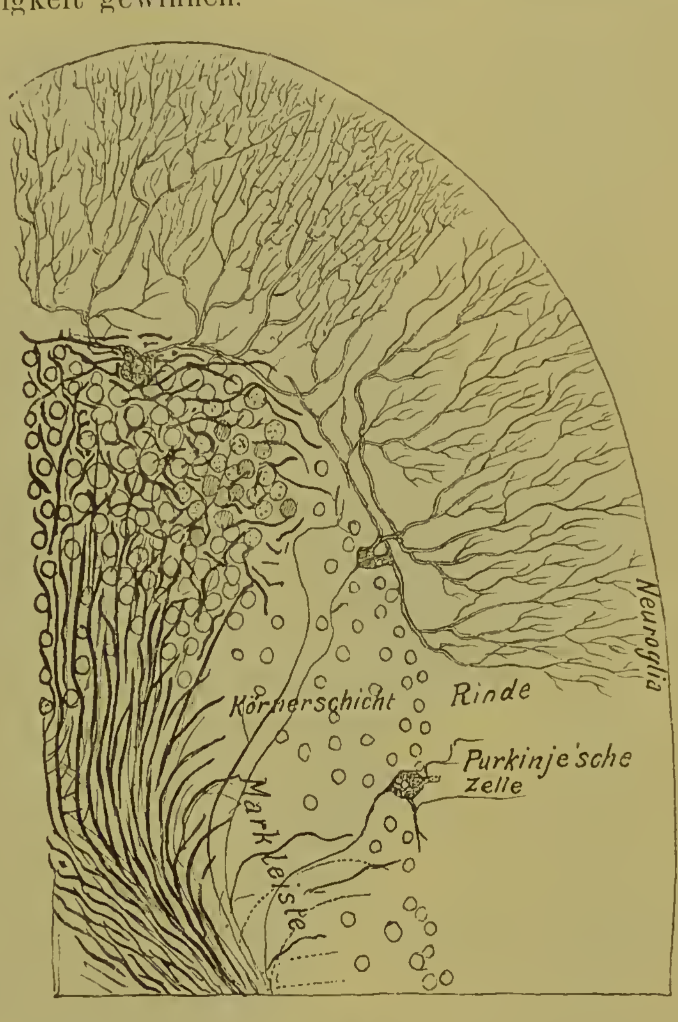


Fig. 236.
Schnitt durch die Rindenschicht des Cerebellums. Färbung mit Hämatoxylinkupferlack.

Ausser in der Rinde bietet das Kleinhirn noch im Wurminneren Anhäufungen grauer Substanz.

Diese, beim Menschen durch Stilling längst eingehend studirt, sind neuerdings durch Weidenreich bei den verschiedensten Säugethierarten beschrieben worden. Nach diesem Autor kann man immer in der Mittellinie einen grossen Kern, den Nucleus medialis erkennen, dem sich beiderseits ein Nucleus lateralis anterior und posterior und schliesslich ganz lateral ein Nucleus externus (W. nennt ihn lateralis) anschliessen. Bei den kleinen Säugern sind alle diese Kerne mehr weniger stark unter einander durch graue Züge verknüpft, bei den grösseren, namentlich aber beim Menschen gewinnen sie scharfe Sonderung.

Beim Menschen liegt der Nucleus externus an der Grenze von Wurm und Hemisphären in die Markmasse eingebettet, er ist ein grosser, vielfach gefalteter Kern, das Corpus dentatum. Medial von ihm werden weitere graue Massen angetroffen; zunächst ein längliches Gang-

lion, der Pfropf, Embolus, dann der Kugelkern, Nucleus globosus, ein längliches Gebilde mit kugliger Anschwellung am hinteren Ende, schliesslich am weitesten medial im Wurme der Dachkern, Nucleus tegmenti, identisch mit dem Nucleus medialis der anderen Säuger. Am besten bringt man sich diese Kerne auf einem fast horizontal durch das

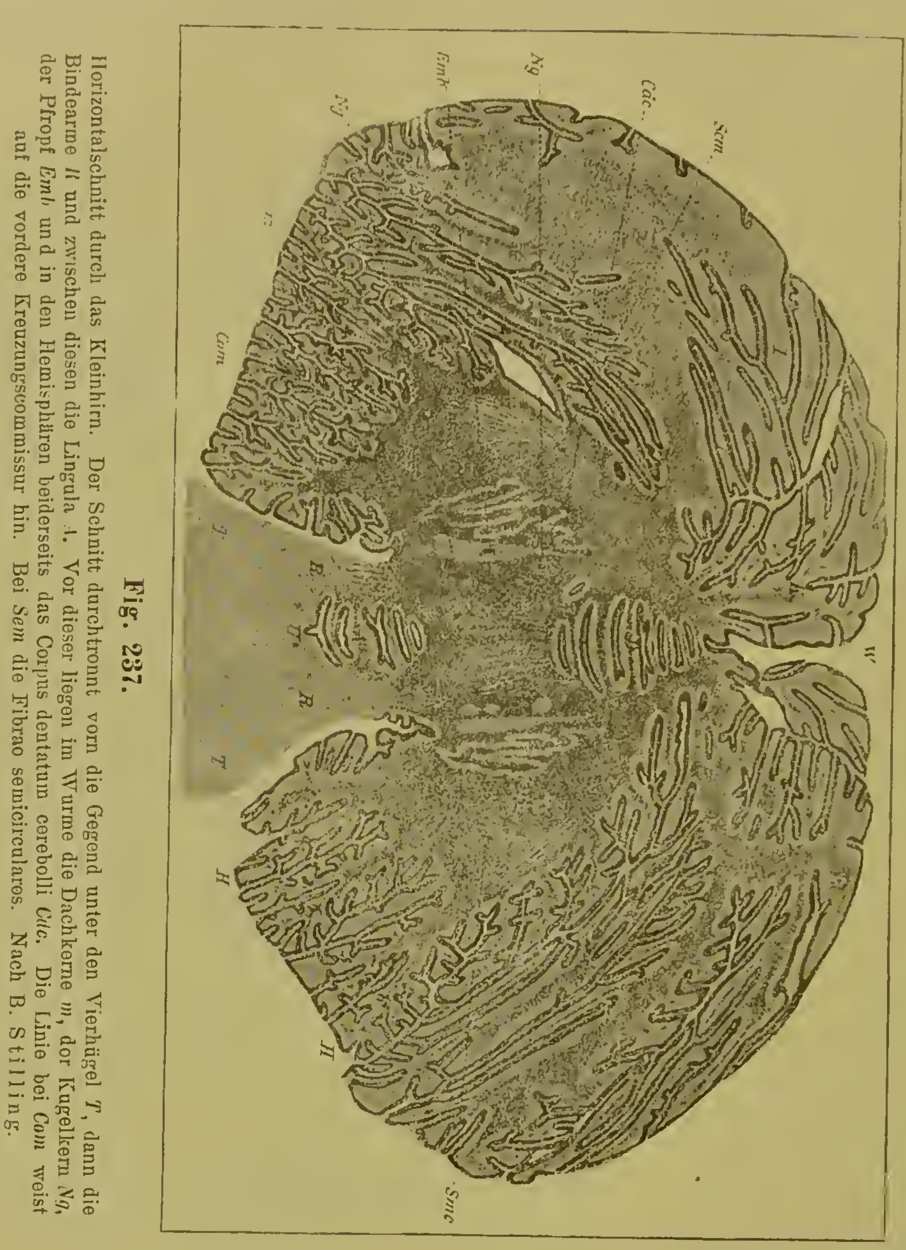


Fig. 237.

Horizontalschnitt durch das Kleinhirn. Der Schnitt durchtrennt vorn die Gegend unter den Vierhügel *T*, dann die Bindearme *H* und zwischen diesen die Lingula *A*. Vor dieser liegen im Wurme die Dachkerne *m*, der Kugelkern *Ng*, der Pfropf *Emb* und in den Hemisphären beiderseits das Corpus dentatum cerebelli *Cdc*. Die Linie bei *Com* weist auf die vordere Kreuzungscommissur hin. Bei *Sem* die Fibrae semicirculares. Nach B. Stilling.

Cerebellum geführten Schnitte zu Gesicht, wie ihn Fig. 237 nach einer Abbildung aus B. Stilling's Atlas zeigt.

An einem solchen Schnitte erblicken Sie in der Mitte den Markkern des Wurmes mit den Dachkernen, vor demselben eine Faserkreuzung, die vordere Kreuzung des Wurmes. Rechts und links schliessen sich die Marklager der Hemisphären an, in denen die Kugelkerne, der Pfropf und am weitesten aussen das gefältete Markblatt des Nucleus dentatus

sichtbar werden. Die tiefen Einschnitte in die Oberfläche entsprechen den Furchen zwischen den Lappen. Zwischen den Bindearmen (*R R*) liegt, wie ich vorhin erwähnte, auf dem Velum medullare anticum die Lingula; sie ist (*A*) ebenfalls in der Horizontalebene durchschnitten

Alle die Kerne in den Marklagern, welche Sie eben sehen, sind durch Züge grauer Substanz unter einander in Verbindung. Ihre Beziehungen zur Faserung des Markes sind noch fast ganz unbekannt.

Wenn man dicht hinter der Stelle, wo die Bindearme in das Kleinhirn eintreten, einen Schnitt in frontaler Richtung anlegt, so wird dorsal das Cerebellum, ventral der Pons und die von ihm ausgehende Faserung getroffen, welche sich beiderseits in den Hemisphären verliert. Zwischen Kleinhirn und Haube liegt, beiderseits von den durchschnittenen Bindearmen



Fig. 238.

Schnitt nahe vor dem Culmen des Berges in frontaler Richtung durch das Cerebellum fallend, nach B. Stilling. *U'* Ventriculus quartus, *R* Bindearm, *P* Pons. *Zon* Kreuzungszonen. *Cr* Züge aus dem Corpus restiforme, gehen in die halbzirkelförmigen Fasern *Scm* über. *S* Gegend des Austrittes der Trigeminuswurzeln.

begrenzt, der Ventriculus quartus, die erweiterte Fortsetzung des Aquaeductus Sylvii. Der Markkern des Wurmes fällt an dieser Stelle nicht in die Schnittlinie. Haube und Fuss, letzterer durch die Ponsfasern zerklüftet, liegen noch ganz so angeordnet, wie wir sie zuletzt an einem Schnitte durch die Vierhügelgegend gesehen haben.

Bisher haben wir von den Bestandtheilen des Markweisses nur die guirlandenförmigen Züge erwähnt, welche einzelne Windungspartieen mit anderen, meist nahe benachbarten, verknüpfen. Diesen an Menge relativ geringen Eigenzügen der Rinde stehen grössere Fasermassen gegenüber, welche aus der Rinde entspringen oder mit den Armen in sie eintreten, auch solche, welche die einzelnen Kleinhirntheile mit der Rinde oder mit peripheren Nervenkernen verbinden.

Sie haben erfahren, dass aus drei „Armen" jederseits Züge an das Cerebellum herantreten. Jeder dieser Arme ist aber aus mehreren Faserarten zusammengesetzt, also nur im makroskopischen Sinne einheitlich. Bis vor Kurzem wusste man nur wenig über das Verhalten der Kleinhirnfaserung, trotzdem Benedict Stilling lange Jahre der Arbeit auf ihr Studium verwendet hatte. Es sind aber durch die Arbeiten der letzten Jahre, ganz besonders durch diejenigen, welche die Degenerationen verfolgten, die nach totaler oder partieller Entfernung des Cerebellums eintreten, schon eine ganze Anzahl wichtigerer Anhaltspunkte zur Topographie geliefert. So ist es endlich möglich, die Abstammung der einzelnen Arme klar zu legen und das alte Stilling'sche Schema besserer Einsicht zu opfern.

Die vergleichende Anatomie und die Degenerationsversuche zeigen gleichmässig, dass man, sobald die Kleinhirnverbindungen untersucht werden, scharf zu unterscheiden hat zwischen Hemisphärenrinde und Wurmrinde, und zwischen Rinde und Kleinhirnganglien. Das Corpus dentatum rechne ich — aus vergleichend anatomischen Gründen — dem Mittelstücke zu. Nicht Weniges, was in der Degenerationsliteratur über Entartung nach Hemisphärenverletzung gesagt ist, bezieht sich auf Verletzung des lateralen Wurmes.

1. Die Verbindung des Cerebellums mit der Rinde des Grosshirnes wird hergestellt durch die Brückenarme. Die Tractus corticocerebellares entspringen, wie Sie sich erinnern, aus den Ganglienzellen der Rinde des Stirn- und Schläfenlappens, wahrscheinlich auch aus Theilen des Scheitellappens. Sie verlaufen durch die Capsula interna zu den medialen und zu den ganz lateral liegenden Abschnitten des Hirnschenkelfusses und gelangen mit diesem in die Brücke. Ihre Züge splittern hier in den Brückenganglien auf und aus diesen entspringen dann die Tractus ponto-cerebellares, welche die gekreuzte Kleinhirnhemisphäre erreichen. Ein kleinerer Theil scheint auch in die gleichseitige Hemisphäre zu gelangen. Da die Brückenarme aus Eigenganglien entspringen, so kann man sie weder durch Abtragung der Kleinhirnhemisphären noch durch Zerstörung des Hirnschenkelfusses ganz zur Entartung bringen. In jedem der beiden Versuche aber tritt beträchtlicher Schwund, besonders in der Faserung ein. Ich sah diese in einem Fall von angeborenem völligen Fehlen einer Hemisphäre bis auf ein Minimum verdünnt, aber nicht geschwunden. Ebenso hat man auch nach sehr alten Grosshirnherden nur Atrophien gefunden.

Woher das innerhalb der Brückenfaserung verlaufende, aber in der Haube endende, aufsteigende Bündel stammt, ist noch unbekannt.

2. Es lässt sich auf allen Wegen nachweisen, dass die vorderen Kleinhirnarme aus dem Nucleus dentatus stammen, vielleicht auch aus der ihm benachbarten Rinde Fasern aufnehmen. Sie enden zum allergrössten Theile gekreuzt im rothen Kerne der Haube unter den vorderen Vierhügeln (zu kleinerem im ungekreuzten rothen Kerne?) und schicken nicht unbeträchtliche Theile durch die Zwischenschicht (Thomas) hindurch, weiter frontalwärts zu den ventralen

Thalamusgebieten. Da um den rothen Kern und die ventralen Thalamuskerne Bahnen aus dem caudalen Theile des Parietalhirnes enden, existirt hier eine indirecte Kleinhirn-Grosshirnverbindung. Schema s. Fig. 221, S. 310.

3. Die caudalen Kleinhirnschenkel sind sehr viel complicirter zusammengesetzt. Wir müssen sie, wenn ihre Betrachtung klar werden soll, eintheilen in einen ganz medial liegenden Abschnitt, der wesentlich Beziehungen zu sensorischen Hirnnerven, ganz besonders solche zum Acusticus hat, und in das eigentliche Corpus restiforme, welches hier herauf Fasern aus den gekreuzten Oliven der Oblongata und solche aus dem Rückenmarke führt.

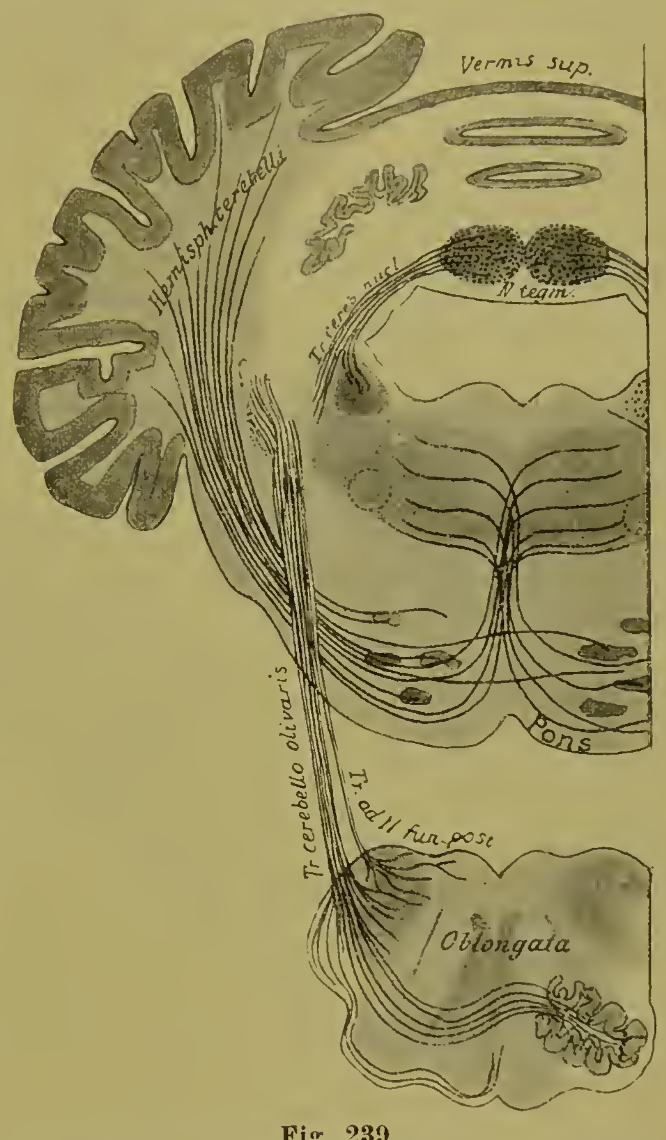


Fig. 239.
Schema der Tractus cerebello-pontini und der Tractus cerebello-olivares.

Alt ererbt sind der mediale Abschnitt zu den Hirnnerven und die Bahnen zum Rückenmarke. Erst bei den Säugern werden die Beziehungen zu den Oliven der Oblongata zu kräftigeren Bündeln.

Das Corpus restiforme endet fast ausschliesslich im Mittelstücke des Kleinhirnes, wo seine einzelnen Fasertheile sich verschiedenen Gebieten zuwenden.

In der Gegend der Dachkerne und in diesen Kernen selbst ist die Endstätte des nucleo-cerebellaren Apparates.

In der Rinde des Wurmes, ganz besonders in deren dorsalen Abschnitten endet die Faserung aus dem Rückenmarke.

Die Endstätte der Olivenbahn bleibt noch zu ermitteln.

Die Bestandtheile des Corpus restiforme wollen wir nun einzeln etwas genauer betrachten.

a. Die Faserzüge aus dem Kleinhirne zu den sensorischen

Hirnnerven und ihren Kernen, welche wir früher bei den Fischen schon kennen gelernt haben, existiren auch bei den Säugern noch.

Die Beziehungen des Kleinhirnes zu den sensiblen Nerven ist doppelter Art; einmal existirt eine „directe sensorische Kleinhirnbahn" mindestens zum Acusticus, wahrscheinlich auch zum Trigeminus, welche mit diesen Nerven das Gehirn verlässt, und dann giebt es eine Verbindung des Kleinhirnes mit den Endkernen aller Hirn- und aller Rückenmarksnerven. Tractus cerebello-nuclearis im Bereiche der Hirnnerven, Tractus cerebello-spinalis im Bereiche der Rückenmarksnerven.

Sehen wir zunächst zu, was über die directe sensorische Kleinhirnbahn bekannt ist. S. Fig. 240 schwarz.

Sie erinnern sich, dass bei Selachiern der grösste Theil des Cerebellums Nichts weiter war als Ursprungsstätte für die erwähnten Bahnen zu den sensorischen Nerven, auch dass es sich dort jedenfalls um directe Zuzüge aus den Kernen zum Nervenstamm handelte. Auch bei den Säugern liegen für einige Hirnnerven im Cerebellum selbst Ursprungkerne. Sicher ist dies für den Acusticus der Fall. Sein Kern liegt dicht seitlich vom Nucleus tegmenti und ist als solcher von Bechterew zuerst erkannt worden. Lateral von dem Bechterew'schen Kerne liegt in der Seitenwand des Ventrikels eine weitere Gruppe grosser Zellen, die auch zum Acusticus in Beziehung stehen, der Nucleus Deiters.

Von der vorerwähnten Bahn möchte ich scharf die Züge scheiden, welche das Kleinhirn nur mit den Kernen der Nerven verbinden. Erst Degenerationsversuche — Ferrier und Turner, Thomas u. A. — ermöglichen diese Abtrennung des Tractus cerebello-nuclearis. Am unversehrten Präparate laufen seine Fasern fast parallel mit denen der vorerwähnten Abtheilung und dadurch ist in den Darstellungen viel Unklarheit entstanden. Auf der beiliegenden Tafel sind sie durch rothe Farbe von den schwarzen directen sensorischen Bahnen getrennt. Der Tractus nucleo-cerebellaris entspringt oder endet zum grössten Theile in den ventralen Ganglien des Wurmes, dem Nucleus tegmenti, dem Nucleus globosus u. s. w.

Diese Ganglien erstrecken sich von der Eintrittsstelle der caudalen Arme am lateralen Rande der Oblongata bis zu dem beiderseits von der Mittellinie liegenden Nucleus tegmenti. Der ganze Raum ist mit Zellen verschiedenen Aussehens erfüllt, aus denen dann die Fasern der Tractus cerebello-nucleares stammen. Wahrscheinlich kommt die Hauptmasse aus den Nuclei tegmenti, vielleicht gesellen sich auch Züge aus der Wurmrinde selbst bei. Vereint tritt dann die ganze Masse am Seitenrande des Ventrikels herab, um in den Kernen des Trigeminus, dann in denjenigen des Acusticus und des Vagus zu enden. Auch der Deiters'sche und der Bechterew'sche Kern, welche noch innerhalb des Kleinhirnes selbst liegen, erhalten einen Zuwachs aus dieser alle Hirnnervenkerne versorgenden Faserung.

Die Züge zu den beiden erstgenannten Nerven sind leicht erkennbar, die Endigung im Vaguskerne, welche anatomisch complicirter gelagert ist, wird durch

den sehr deutlichen Ausfall des Kernnetzes im dorsalen Vaguskern bewiesen, welche in dem oben erwähnten Falle von angeborenem Kleinhirnmangel auf der Seite der fehlenden Kleinhirnhälfte nachweisbar war.

Ein bestimmter Antheil des nucleo-cerebellaren Systemes entspringt aus Endkernen der Rückenmarksnerven und zieht als „Kleinhirnseitenstrangbahn" hinauf zum Cerebellum. Dieser endet in der Wurmrinde und soll später gesondert besprochen werden.

Fig. 240. Schematische Darstellung der Tractus cerebello-nucleares. roth, der directen sensorischen Bahn und der Nerven, schwarz, s. Tafel I.

Wir werden bei Betrachtung der Hirnnervenursprünge auf diese Verhältnisse zurück kommen müssen, heute lege ich Ihnen einen Schnitt durch die Brücke einer Frucht aus dem 7. Schwangerschaftsmonate vor, an dem Sie den Theil der Bahn erkennen, welcher in den Trigeminus gelangt. Fig. 241.

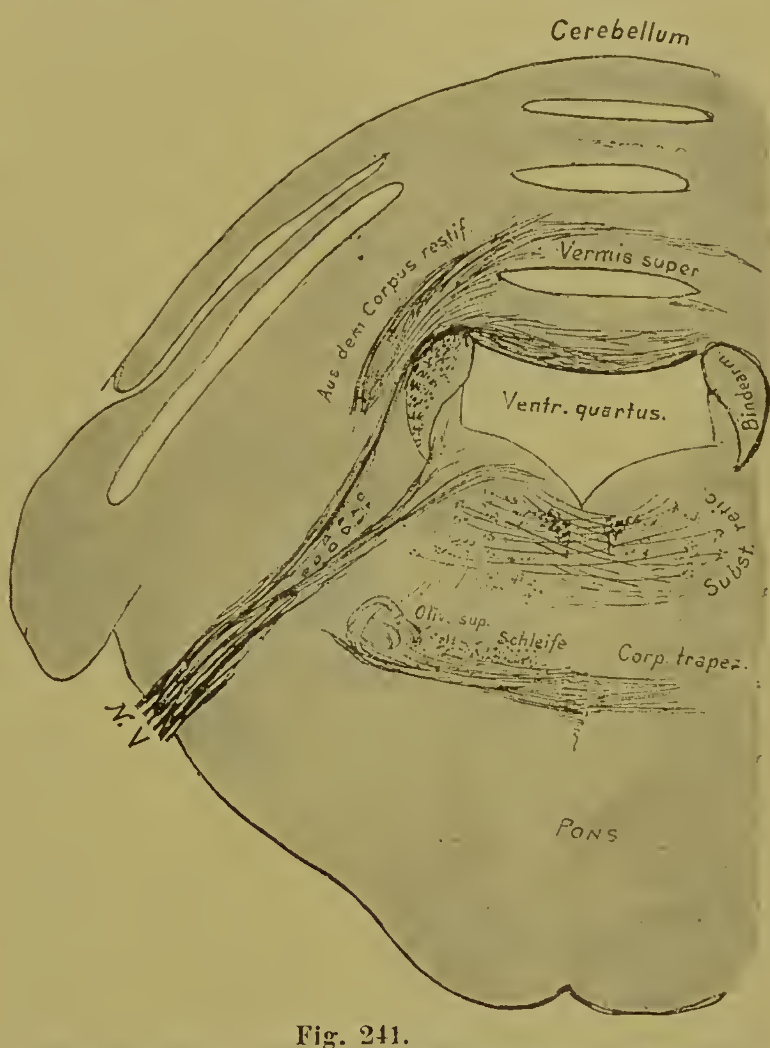


Fig. 241.
Frontalschnitt durch Cerebellum und Pons einer Frucht von 26 Wochen. Alle markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin gefärbt. Der directe Zug zum N. V. sichtbar.

In der medialen Abtheilung des Corpus restiforme verlaufen ausser den Tractus cerebello-nucleares und den Kleinhirnwurzeln des Acusticus, wohl auch des Trigeminus noch weitere Fasern.

Sie stammen aus der Zellgruppe des Deiters'schen Kernes. Dieses Gebilde wurde, weil es von den Vestibularisfasern erreicht wird, früher immer für einen Hörnervenkern gehalten. Vielleicht gehört es in der That theilweise zu den Kernen des achten Nerven, aber sicher tritt die Mehrzahl der Cerebellarfasern des Acusticus nur durch den Deiters'schen Kern hindurch, ihn allerdings mit aufgezweigten Collateralen durchspinnend.

Der Deiters'sche Kern ist durch ein System feiner Fasern mit dem

medialwärts von ihm liegenden Dachkerne verbunden. Diese Fasern verlaufen innerhalb des Zuges der cerebello-nuclearen Fasern und sind erst neuerdings durch Degenerationsversuche von diesen getrennt worden. Der Dachkern einerseits ist wieder mit der über ihm liegenden Wurmrinde verknüpft.

Der Deiters'sche Kern besteht zum grössten Theile aus sehr grossen multipolaren Zellen. Diese senden ihre Axencylinder nach ganz verschiedenen Gegenden. Ein Theil gelangt nämlich bis hinab in die Vorderseitenstränge des Rückenmarkes, Monakow, und tritt dort wahrscheinlich zum Ursprung des motorischen Nervenapparates in Beziehung, ein anderer aber zieht nicht wie der erste caudalwärts, sondern medialwärts dicht unter dem Boden des Ventrikels bis fast an die Raphe der Oblongata. Dort schliesst er sich den auf- und absteigenden Bahnen des dorsalen Längsbündels an, S. Ramon y Cajal. Dieses Bündel besteht in dieser Höhe wesentlich aus Bahnen, welche die Augenmuskelkerne unter einander und mit dem Rückenmark verknüpfen. Das gleichseitige und das gekreuzte Längsbündel sollen Fasern erhalten.

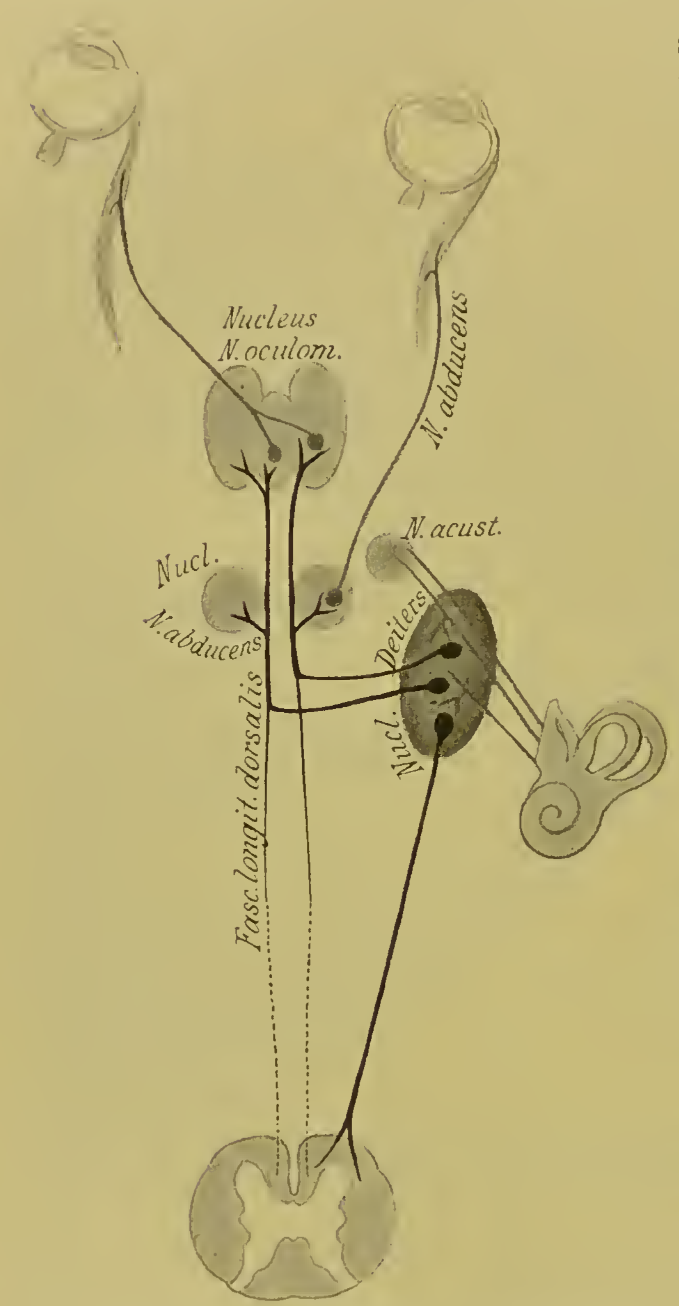


Fig. 242.
Schema der Verbindungen des Deiters'schen Kernes, zum Theil nach A. Bruce.

Man sieht, der Apparat, welcher sein Centrum in jenem grossen Kerne findet, ist ein grosser und wichtiger. Verbindet er doch Theile der Wurmrinde und Kleinhirnkerne mit Centren für den statischen Nerven und mit solchen, welche der Augenstellung dienen. Man wird desshalb annehmen dürfen, dass er für die Körperhaltung und die Zusammenordnung der statischen Functionen von besonderer Wichtigkeit ist.

b. Recht gut bekannt sind die Verbindungen des Kleinhirnes mit den sensorischen Rückenmarksnerven. Sie liegen alle im Corpus restiforme. S. Fig. 240 rechts. Es sind jetzt ihrer drei bekannt, von denen zwei sicher aus Endkernen von sensiblen Nerven stammen, während der Ursprungsort der dritten Bahn noch unbekannt ist. Aus dem Corpus restiforme tritt als mächtigste Rückenmarksverbindung der Tractus cerebello-spinalis dorsalis, die dorsale Kleinhirnseitenstrangbahn hinauf zur Rinde des Wurmes auf der gleichen und auf der gekreuzten Seite. Sie stammt aus der Clarke'schen Säule des Rückenmarkes, einem langgestreckten Kerne, in welchem zahlreiche Hinterwurzelfasern enden, vornehmlich solche, welche aus dem Rumpfinnervationsgebiete kommen. Mit ihm verläuft im Rückenmarke der Tractus cerebello-spinalis-ventralis, das Gowers'sche Bündel. Beide Bahnen ziehen bis etwa in die Höhe, wo der Nervus acusticus in das Gehirn tritt. vereint. Dann aber wendet sich die dorsale Bahn im Corpus restiforme kleinhirnwärts, während die ventrale am seitlichen Rande der Oblongata liegen bleibt. Sie gelangt in der Haube der Brücke weithin nach vorn und wendet sich erst in der Gegend, wo die Trochleares abtreten, dorsalwärts, umfasst innerhalb des Velum anticum den hier aus dem Kleinhirne heraustretenden Bindearm und wendet sich nun erst rückwärts in das Cerebellum (Auerbach).

Eine grosse Anzahl von sensiblen Rückenmarkswurzeln enden nicht im Rückenmarke selbst, sondern in Kernen am caudalen Oblongataende, welche sie in den Hintersträngen hirnwärts ziehend erreichen. Auch diese Endstätte von sensiblen Bahnen steht mit dem Kleinhirne in Verbindung und wir müssen die als Fibrae arciformes posteriores später noch näher zu schildernden Bündel als Theile der Tractus cerebello-nucleares ansehen. Fig. 239 1.

c. Den vierten Bestandtheil des Corpus restiforme bilden die Tractus cerebello-olivares, s. Fig. 239.

Ihre Fasern umgeben sich später mit Mark als die anderen des caudalen Armes. Sie entarten bis auf einen kleinen Antheil, wenn die Hemisphären abgetragen werden. Der ganze Zug gelangt aus dem Kleinhirne herab zur Oblongata, tritt in diese ein und durchquert sie in mannigfach aufgespaltenen Bündeln, bis er in der gekreuzten Oliva inferior sein Ende findet. Fig. 277.

Wenn Sie noch einmal die Bestandtheile des caudalen Kleinhirnschenkels überblicken, so erkennen Sie, dass er im Wesentlichen Fasern zu Endstätten sensibler Nerven enthält. In der inneren Abtheilung führt er die Fasern zu den Endstätten der sensiblen Hirnnerven, in der äusseren solche, welche in den Endganglien der sensiblen Rückenmarksnerven enden. Dazu kommen dann noch die Fasern des cerebello-olivaren Systemes, über dessen Bedeutung wir Nichts wissen, und die wohl für die Statik wichtigen Verbindungen, des Deiters'schen Kernes.

Die Neuroglia des Kleinhirnes ist zunächst dem Ventrikel, wie überall, wo Hohlräume begrenzt werden, ein dichtes Geflecht; auch in der weissen Substanz ist sie mindestens gleich mächtig wie überall im Markweiss entwickelt, in der Körnerschicht aber fehlt sie bei gesunden Individuen so gut wie völlig, nur bei Paralytischen hat Weigert, von dem diese Angaben alle stammen, dort mächtige Wucherung der Glia gefunden. In der Umgebung der Purkinje'schen Zellen liegen dann bis in die innerste Schicht der Moleculärschicht hinein kleine dünnere Plexus; in der Moleculärschicht selbst sind bisher nur relativ spärliche, senkrecht zur Oberfläche stehende, dicke Fasern — die Bergmann-Deiters'-schen Fasern bekannt. Der Oberfläche des normalen Kleinhirnes fehlt das sonst überall am Nervensystem vorhandene hüllende Glianetz.

Bei allen Embryonen, auch bei Nichtsäugern, findet man aber als äusserste Schicht der Kleinhirnrinde eine oder mehrere Lagen von rundlichen Zellen, die später verloren gehen.

Das Aeussere des Kleinhirnes ist durch Malacarne, Reil und Burdach so geschildert worden, wie wir es heute kennen. Die Erforschung des inneren Baues geschah durch F. Arnold, Reil, Kölliker, Meynert, namentlich aber durch B. Stilling, Neuere Untersuchungen über die Zusammensetzung der Arme stammen von Bechterew, Marchi, Minghazzini, Ferrier und Turner, von Pellizzi, von Thomas und von Klimoff. Ueber die Kleinhirnrinde existirt eine ganze Literatur, zu der namentlich Purkinje, Gerlach, Kölliker, F. E. Schultze, Obersteiner, Bevor Beiträge lieferten. Genauere Einsicht in den Bau erhielt man aber erst durch Studien von Golgi, Ramon y Cajal, Kölliker und Gehuchten. Hier wie an so vielen anderen Stellen hat erst die Verbesserung der technischen Methoden einen Fortschritt da ermöglicht, wo die eifrigste einfache Beobachtung nur wenig zu Tage förderte.

Die Symptomatologie der Kleinhirnerkrankungen ist noch relativ unbekannt. Einmal weil im Organismus Einrichtungen bestehen, welche für ausfallende Cerebellarfunctionen compensirend eintreten können, dann weil wir offenbar noch nicht ausreichend diagnostisch sehen gelernt haben. Noch entgehen uns zu viele Abweichungen vom Normalen. In dem früher erwähnten Falle von Mangel einer Cerebellarhälfte, der seit der Fötalzeit bestand, hat keinerlei für unser heutiges Erkennen nachweisbares Ausfallsymptom bestanden. Zweifellos war sehr Vieles compensirt. Bei der Enge des Raumes unter dem Tentorium, in welchem das Cerebellum liegt, sind bei Tumoren etc., welche es betreffen, neben den Localsymptomen oft die Nachbarschaftssymptome oder die Allgemeinsymptome, welche von dem vermehrten Schädelinnendruck herrühren, besonders gut ausgeprägt.

Die Symptome, welche Erkrankungen der Kleinhirnhemisphären machen, sind noch ganz unbekannt. Erkrankungen des Wurmes, besonders seiner caudalen Abtheilung oder Betheiligung des Wurmes bei Hemisphärenerkrankung erzeugt eine Reihe von Localsymptomen. Vor Allem die cerebellare Ataxie. Sie haben gesehen, dass in dem Wurme einerseits Fasern aus allen Endkernen der sensiblen Hirn- und Rückenmarksnerven enden und dass andererseits ebenda ein Associationsapparat entspringt, derjenige des Deiters'schen Kernes, welcher wohl geeignet ist, alle Bahnen, die zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes dienen, zu beeinflussen. Denn gerade durch diesen Apparat lassen sich auch Störungen in der Augenstellung und in der Kopfstellung erklären, welche gelegentlich bei Kleinhirnerkrankungen vorkommen. Da das vermittelnde Bündel, das dorsale Längsbündel durch die Oblongata bis zu den Vierhügeln hin verläuft, so können natürlich auch von anderen Punkten dieses Verlaufes aus die gleichen Symptome entstehen. Die Thierversuche weisen darauf hin, dass man bei Wurmerkrankungen auch auf eine gewisse Schwäche des Muskeltonus zu achten haben wird. Als Frühsymptom ist manchmal Schwindel, echter Drehschwindel, von Wichtig-

keit, er kann während des ganzen Verlaufes von Kleinhirnerkrankungen anfallsweise auftreten.

Noch nicht sicher entschieden ist, ob eine gewisse Tremorform, welche viel Aehnlichkeit mit ataktischem Zittern hat, ein Herdsymptom oder ein Nachbarsymptom ist. Das Gleiche gilt von einer ähnlichen ataktischen Sprachstörung.

Kleinhirnerkrankungen machen weder motorische Ausfallerscheinungen, noch auch psychische Störungen.

Nachbarschaftssymptome kommen bei Kleinhirnaffectionen vor allem von Seiten des Pons, der Medulla oblongata und der Vierhügel zu Stande. Am verlängerten Marke und am Pons können zuerst die extramedullären Wurzeln oder das Mark selbst betheiligt werden; später wird beides zugleich afficirt. Besonders wichtige Symptome sind hier die alternirende Hemiplegie und eventuelle Hemianästhesie — Facialis-Abducens an der Seite des Tumors, Extremitäten gekreuzt, gelähmt — oder die Blicklähmung nach der Seite des Tumors. Die Extremitäten allein können auf der Seite des Tumors oder auf der anderen gelähmt sein, je nachdem der Tumor ober- oder unterhalb der Pyramidenkreuzung einwirkt. Auch der plötzliche Tod, der bei Kleinhirnaffectionen häufig ist, ist wohl ein Nachbarschaftssymptom von Seiten der Medulla oblongata. Das erste Symptom von Seiten der extramedullären Nerven sind manchmal Trigeminusneuralgien.

Nachbarschaftssymptome von Seiten der Vierhügel sind doppelseitige Ophthalmoplegien, die meist die äusseren Aeste des Oculomotorius und den Trochlearis betheiligen, die inneren Augenmuskeln und den Abducens frei lassen. Sie sind bei Kleinhirntumoren ganz besonders häufig.

Die Allgemeinsymptome sind dieselben wie bei anderen Hirngeschwülsten, sie zeichnen sich nur durch besondere Intensität aus. Es sind d e Stauungspapille, die hier häufig früh zur Erblindung führt, Kopfschmerz, besonders im Hinterkopfe, manchmal mit Nackenstarre, hartnäckiges Erbrechen, Convulsionen, von denen besonders tonische mit Opisthotonus erwähnt seien.

Die Diagnose ist, wenn die Symptome ausgeprägt sind, meist leicht. Die Nachbarschaftssymptome sind bei ihrer Prägnanz von grösster Wichtigkeit. Natürlich müssen, um die Diagnose Cerebellarkrankheit begründet erscheinen zu lassen, die Localsymptome den Nachbarschaftssymptomen vorangehen. Die letzteren allein gestatten nicht selten auch die Diagnose der erkrankten Kleinhirnhälfte.

Vierhügelerkrankungen können ganz dieselben Erscheinungen wie die Kleinhirnerkrankungen bedingen — hier dürfte meist die Ataxie erst auf die Ophthalmoplegie folgen, umgekehrt wie bei Kleinhirnaffectionen. Eine der cerebellaren ganz gleiche Ataxie kann durch Grosshirnaffectionen bedingt werden, hier weisen die übrigen Symptome auf eine Erkrankung einer Grosshirnhemisphäre hin (Bruns).

Erkrankungen der Kleinhirnschenkel werden isolirt nur äusserst selten beobachtet. So kommt es, dass über die Symptome, welche zu erwarten sind, wenn einer derselben befallen wird, nur recht wenig bekannt ist. Langsam eintretende Zerstörung eines Brückenarmes kann, wie es scheint, ganz symptomlos bleiben. Bei Erkrankungen, welche einen Reiz ausüben, bei Blutungen z. B. und Tumoren, kommen manchmal Zwangsbewegungen, meist Rollungen bald nach der gesunden, bald nach der kranken Seite vor. Auch Zwangshaltung des Rumpfes oder nur des Kopfes, desgleichen Zwangsstellung mit oder ohne Nystagmus sind bei reizend wirkenden Erkrankungen eines Brückenschenkels beobachtet.

—

Vierundzwanzigste Vorlesung.

Die Wurzeln der peripheren Nerven, die Spinalganglien und das Rückenmark.

M. H.! Die peripheren Nerven führen bekanntlich motorische und sensible Fasern gemischt in ihrem Stamme. Nahe am Rückenmarke trennen sich diese aber von einander. Das Stämmchen, welches die motorischen Fasern enthält, geht direct als vordere Wurzel in das Rückenmark hinein.

Die sensiblen Fasern senken sich in das Spinalganglion.

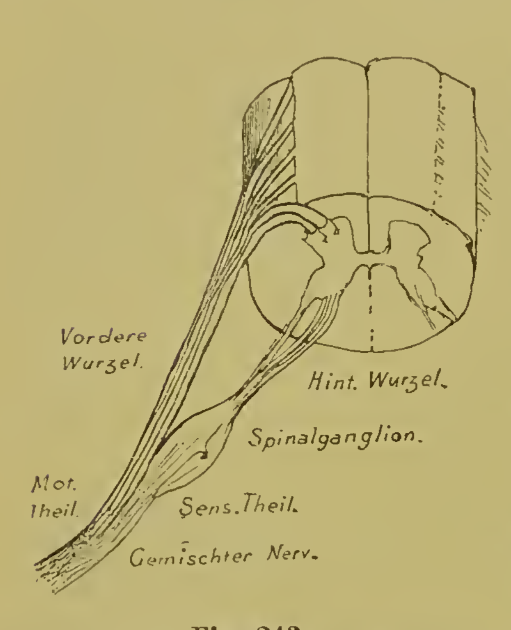


Fig. 243.
Schema der Beziehungen zwischen Rückenmark und Nervenwurzeln.

In den Spinalganglien liegen grosse Zellen, die zuweilen zwei, meistens aber nur einen Ausläufer haben. Ist nur einer da, so theilt er sich aber (Ranvier) bald nach seinem Abgange von der Zelle in zwei, so dass also auch hier schliesslich zwei Zellfortsätze vorhanden sind.

Diese beiden Fortsetzungen aus den Spinalganglienzellen haben Sie schon in der fünften Vorlesung kennen gelernt. Sie erinnern sich wohl noch aus dieser, dass nach den Beobachtungen von His die sensiblen Nerven aus den Zellen als peripheriewärts gerichtete Fortsätze auswachsen, dass aber dieselben Zellen auch zum Rückenmarke eine Faser senden, die hintere Wurzel.

Da, wie Zählungen beim Erwachsenen zeigen, die hintere Wurzel annähernd so viele Fasern zum Marke führt, als durch den Nerven in das Ganglion eingetreten sind, so möchte es scheinen, als sei einfach in den Verlauf jeder Faser eine Zelle eingeschaltet.

Es ist aber eine wichtige Frage, ob wirklich alle sensiblen Nerven aus Zellen des Spinalganglions stammen. Auf dem Wege des Experimentes, der zuerst von Waller und mit Erfolg später noch oft beschritten wurde, ist es gelungen, sie völlig befriedigend zu lösen.

Jede Nervenfaser, welche von ihrer Ursprungsstelle getrennt wird, entartet. Schneidet man nun einen sensiblen Nerven dicht vor dem Spinalganglion ab, so gehen alle seine Fasern zu Grunde, das Ganglion selbst und die aus ihm entspringende Wurzel bleiben fast normal. Das beweist, dass der Schnitt alle Fasern von ihren Zellen getrennt hat. Schneidet man dicht hinter dem Ganglion die sensible Wurzel durch, so entarten im sensiblen Nerven nur einige wenige Fäserchen, die Mehrzahl bleibt erhalten. Sie muss aus Fasern bestehen, welche den

Spinalganglienzellen entstammen, denn mit diesen ist sie ja in Verbindung geblieben. Die untergegangenen Fasern müssen aus dem Rückenmarke selbst stammen, denn nur von diesem, nicht von dem Ganglion sind sie ja getrennt. In der That liefert nun die Untersuchung der Wurzel nach diesem Versuche den Beweis dafür. Diese ist von ihrem Ganglion getrennt, und man findet nun, dass in ihr nur ganz wenige Fasern erhalten sind, die Mehrzahl aber zu Grunde gegangen ist. Die erhaltenen Fasern müssen im Rückenmarke ihren Ursprung haben, denn nur mit diesem hängen sie noch zusammen, die untergegangenen müssen aus dem Spinalganglion kommen, denn nur von diesem waren sie getrennt.

Die Versuche zeigen, dass aus dem Ganglion nach zwei Richtungen Zellfortsätze gehen, und dass andere, welche aus dem Rückenmarke stammen, es nur durchziehen. Wahrscheinlich kommen dazu noch Fasern aus peripheren (Sympathicus-)Zellen, die im Rückenmarke enden. Demnach dürfte man sich die Beziehungen der sensiblen Wurzel zum Spinalganglion in der Weise denken, wie das Fig. 245 abgebildete Schema sie darstellt.

Zwischen den Körnern im Zellinnern der Spinalganglienzellen verlaufen in ziemlich gestrecktem Verlaufe die Fibrillen, Mann, Cox. Aber ausserdem findet man nach Golgi noch dicht unter der Zelloberfläche um die ganze Zelle herum ein enges Netz allerfeinster Fäserchen ausgebreitet. Seine Bedeutung, namentlich auch seine eventuelle Zugehörigkeit zum Fibrillenapparat ist noch unbekannt.

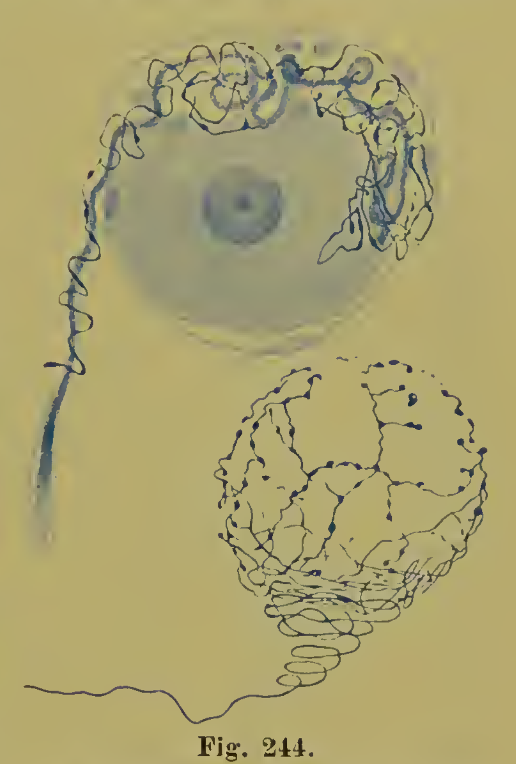


Fig. 244.
Oben Spinalganglienzelle, unten Zelle aus dem Ganglion Gasseri mit den um sie aufzweigenden eintretenden Fäserchen. Vitale Methylenblaufärbung. Nach S. Ramon y Cajal.

In jedes Spinalganglion ziehen Fasern aus dem Sympathicus. Nach den Untersuchungen, welche Dogiel mit der vitalen Methylenblaumethode angestellt hat, verzweigen sie sich dort zu einem ausserordentlich feinen Netzwerk um eigene Zellen herum. Diese senden dann einen Axencylinder aus, welcher sich, an einer näheren oder ferneren Spinalganglienzelle angekommen, um diese herum wieder zu einem ganz feinen Netze aufzweigt.

Wir hätten, wenn diese Angaben sich bewahrheiten sollten, also eine Art Schaltzellen vor uns, die sich zwischen die eintretenden Sympathicusfasern und die Spinalganglien selbst einschalten.

Am genauesten hat, ebenfalls mit der Methylenblaumethode arbeitend, S. Ramon y Cajal die Zellen der Spinalganglien und die ihnen homologen der Ganglien an den Hirnnerven untersucht. Er fand, dass sehr häufig der aus der Zelle entspringende Axencylinder noch innerhalb der Zellkapsel — jede derartige Zelle hat eine feine bindegewebige Kapsel — sich so aufknäult, dass dicht neben der Zelle ein glomerulus-

artiges Gebilde entsteht. Die in das Ganglion eintretenden Nervenfasern — des Sympathicus? — umwinden dicht an der Zelle den Axencylinder spiralig und breiten sich dann, zu einem feinen Netzwerk aufgelöst über den ganzen Glomerulus aus, zuweilen auch Fortsätze über die Zelle selbst hinsendend, welche dann diese in einen förmlichen Korb einhüllen.

Nur wenige Fälle von Erkrankung der Spinalganglien sind bekannt. Ausser lebhaften Schmerzen wurde wiederholt als Symptom ein Herpes zoster längs dem betreffenden Nerven nachgewiesen. Physiologische Beobachtungen — Gaule — sprechen dafür, dass irgend einem in den Spinalganglien enthaltenen Element vasomotorisch trophische Einflüsse auf die Haut und die Muskeln zukommen. Vielleicht sind hier die sympathischen Fasern in Betracht zu ziehen, die massenhaft die Zellen umstricken. Es soll aber nicht unerwähnt bleiben, dass wir starke Veränderungen der Spinalganglien bei Tabes durch Vulpian, Wollenberg u. A. kennen gelernt haben, welche ohne Herpes oder dergleichen verlaufen.

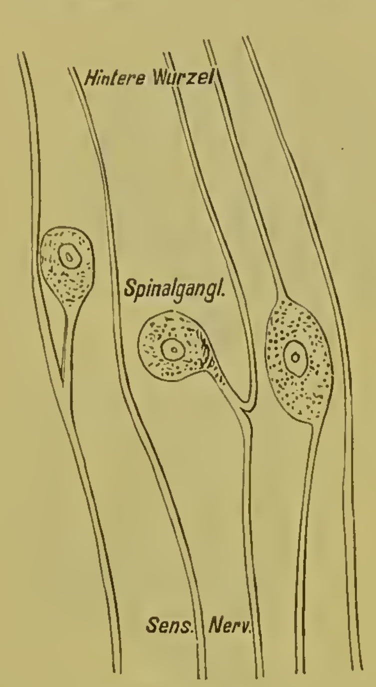


Fig. 245.
Schema der Wurzelzellen in einem Spinalganglion.

Zwischen Spinalganglion und Rückenmark entfaltet sich sowohl die sensible, als die motorische Wurzel in eine Menge kleiner Faserstämmchen, „Wurzelfasern", die auf eine lange Strecke in das Rückenmark eintreten, die sensiblen Fasern auf der Rückseite, die motorischen auf der Vorderseite in einen etwas seitlich liegenden Längsspalt. Die Zahl dieser Bündelchen ist nicht gleich für alle Wurzeln und ist auch bei verschiedenen Individuen öfters eine verschiedene.

Die Wurzeln treten also längs des Rückenmarkes in dieses ein.

Da, wo starke Wurzeln, aus den Extremitäten kommend, herantreten, schwillt das Mark etwas an. Die Intumescentia cervicalis nimmt die Armnerven, die Intumescentia lumbalis die Beinnerven auf. Die schmalste Stelle des Rückenmarkes giebt den Intercostalnerven Ursprung. Das unterste, kegelförmig endende Stück des Markes heisst Conus terminalis; aus ihm entspringt ausser den Nerven ein langer, dünner Fortsatz, das Filum terminale.

Die obere Begrenzung wird durch den Anfang der Pyramidenkreuzung (s. u.) gegeben.

Ein Blick auf die Figur 246 zeigt, dass auf die grössere Länge des Rückenmarkes hin in ziemlich gleichen Abständen die auch ziemlich gleich langen Wurzeln abgehen. Jede setzt sich aus einem dorsalen sensiblen und einem ventralen motorischen Abschnitte zusammen. Vom ersten Lendensegmente ab ändert sich das etwas. Die Wurzeln werden länger, verlassen nicht nahe ihrer Ursprungshöhe den Wirbelcanal, ziehen vielmehr zu weiter caudal gelegenen Austrittspunkten. Je weiter man rückwärts untersucht, um so länger werden diese Wurzelfasern. Sie

bilden, wenn etwa in der Höhe des 1—2 Lumbalwirbels das eigentliche Rückenmark aufgehört, resp. zu dem dünnen Faden des Filum terminale sich verdünnt hat, ein mächtiges Büschel, die Cauda equina. Es ist aus practisch diagnostischen Gründen wichtig, sich diesen langen intravertebralen Verlauf der letzten Wurzeln vor Augen zu halten. Der zweite Sacralnerv z. B., welcher erst aus dem zweiten Foramen sacrale austritt, muss, um von seinem Ursprung in der Höhe des ersten Lumbalwirbels dahin zu gelangen, eine Strecke von 14 Centimetern durchziehen. J. Müller, dem wir besonders ausführliche Untersuchungen über die Terminalgegend des Rückenmarkes verdanken, hat auch die wichtige Entdeckung gemacht, dass im Conus terminalis und überhaupt im caudalsten Abschnitte des Rückenmarkes sehr viel mehr sensible Wurzeln als motorische vorhanden sind, auch dass, wo noch etwa motorische Wurzeln sich zeigen, diese sehr viel schwächer als die entsprechenden sensiblen sind. Wir werden später sehen, dass dieses Verhältniss sich

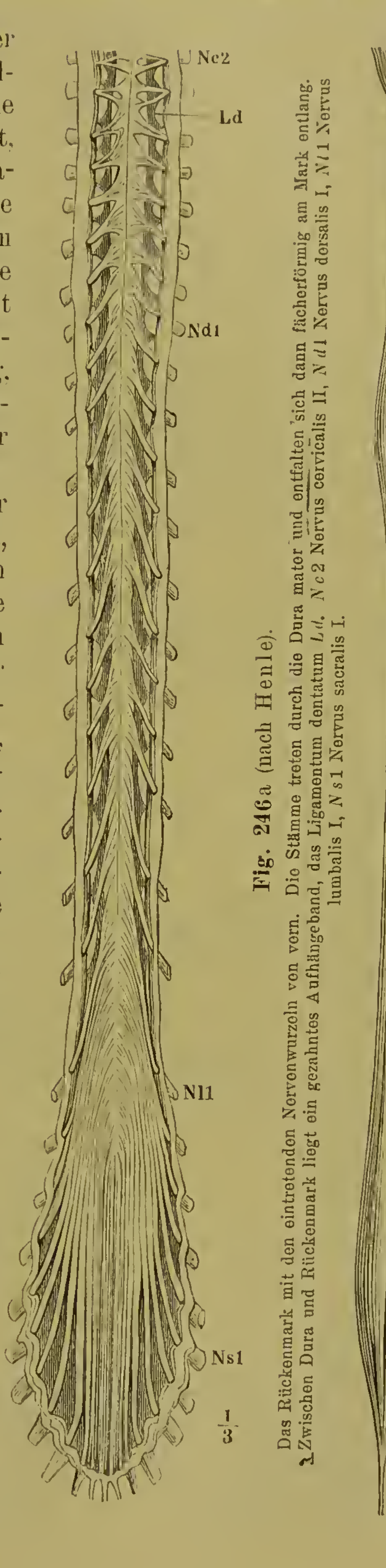


Fig. 246a (nach Henle).

Das Rückenmark mit den eintretenden Nervenwurzeln von vorn. Die Stämme treten durch die Dura mater und entfalten sich dann fächerförmig am Mark entlang. Zwischen Dura und Rückenmark liegt ein gezahntes Aufhängeband, das Ligamentum dentatum *Ld*. *Nc2* Nervus cervicalis II, *Nd1* Nervus dorsalis I, *Nl1* Nervus lumbalis I, *Ns1* Nervus sacralis I.

Fig. 246b.

Ein Rückenmark, dessen Nervenwurzeln abgetrennt sind, von hinten. Man beachte die beiden Anschwellungen Intumescentia cervicalis *Ic* und lumbalis *Il*. Durch den hinteren Längsspalt *Fmp* sind die Hinterstränge *Fp* geschieden. Im Halsmarke trennt eine Furche *Sip* Sulcus intern. post. diese Stränge in *Fg* Funiculus gracilis und *Fc* Funiculus cuneatus. *Fl* Funiculus lateralis. *Ct* Conus terminalis. *Ft* Filum terminale.

natürlich auch im inneren Aufbau des Conus terminalis ausdrückt, welcher noch die drei unteren Sacralsegmente und das Coccygealsegment enthält. Da in der Cauda equina keine Plexusbildung stattfindet, liegen natürlich die sensorischen Wurzeln alle vereint dorsal, die motorischen ventral. Auch das ist praktisch wichtig.

Am Krankenbette tritt zuweilen die diagnostisch wichtige Frage an Sie heran, in welcher Höhe die Wurzeln entspringen, denen bestimmte gelähmte Muskeln oder anästhetische Hautpartieen ihre Innervation verdanken. Man hat sich bemüht, diese Frage, der die reine Anatomie nie näher treten konnte, durch das Thierexperiment zu lösen. Für den Menschen ist wiederholt versucht worden, die Fälle, in denen localisirte Erkrankungen des Rückenmarkes (Quetschungen, Blutungen u. s. w.) zu bestimmten Störungen geführt hatten, in dieser Hinsicht zu verwerthen. Ich lege Ihnen heute, nur wenig modificirt, die Resultate vor, zu denen Starr auf diesem Wege gekommen, als er alle ihm 1890 zugänglichen Fälle vergleichend zusammenstellte. Seitdem sind durch Thorburn, Head, Kocher, L. N. Müller u. A. noch Erfahrungen dazu gekommen, welche hier aufgenommen sind.

Localisation der Function in den verschiedenen Segmenten des Rückenmarkes.

Segmente	Muskeln	Reflexe	Gefühlsinnervation der Haut
2.—3. Cervicalis	Sterno-mastoideus Trapezius Scaleni und Nackenmuskeln Diaphragma	Inspirat. bei raschem Druck u. d. Rippenbogen	Nacken u. Hinterkopf
4. Cervicalis	Diaphragma Supra- und Infraspinatus Deltoides Biceps u. Coraco-Brachialis Supinator longus Rhomboidei	Erweiterung d. Pupille auf Reizung des Nackens. 4. bis 7. Cervic.	Nacken Obere Schultergegend Aussenseite des Armes
5. Cervicalis	Deltoides Biceps u. Coraco-Brachialis Supinator longus et brevis Pectoralis, pars clavicul. Serratus magnus Rhomboidei Brachialis ant. Teres minor	Scapular-Reflex 5. Cerv. bis 1. Dors. Sehnenreflexe d. entspr. Muskeln	Rückseite der Schulter und des Armes Aeussere Seite des Ober- und Vorderarmes
6. Cervicalis	Biceps Brachialis anticus Pectoralis, pars clav. stern. Serratus magnus Triceps Extensoren der Hand und der Finger Pronatoren	Reflexe von den Sehnen d. Extensoren d. Ober- u. Unterarmes Handgelenksehnen 6.—8. Cerv.	Aeussere Seite des Vorderarmes Rücken der Hand. Radialisgebiet
7. Cervicalis	Caput longum Tricipitis Extensoren der Hand und der Finger Flexoren der Hand Pronatoren der Hand	Schlag auf die Vola erzeugt Schliessen der Finger	Radialisgebiet d. Hand

Segmente	Muskeln	Reflexe	Gefühlsinnervation der Haut
7. Cervicalis	Pectoralis, pars costalis Subscapularis Latissimus dorsi Teres maior	Palmar-Reflex 7. Cerv. bis 1. Dors.	Medianusvertheilung
8. Cervicalis	Flexoren der Hand und der Finger Kleine Handmuskeln	Pupillarreflex	Ulnargebiet
1. Dorsalis	Strecker des Daumens Kleine Handmuskeln Daumen- und Kleinfinger-Ballen		
2.—12. Dorsalis	Muskeln des Rückens und des Bauches Erectores spinae	Epigastr. 4.—7. Dors. Abdomen 9.—12. D.	Haut der Brust, des Rückens, des Bauches und der oberen Glutäalregion
1. Lumbalis	Unterer Theil der Bauchmuskeln, Quadratus lumborum	Cremasterreflex 1.—3. Lumb.	Haut über der unteren Hälfte des Abdomens.
2. Lumbalis	Psoas, Iliacus nternus, Cremaster.	Patellarsehne 2.—4. Lumb.	Sensibilität des Hodens und des Samenstranges, äussere Seite d. Hüfte, Mons Veneris.
3. Lumbalis	Sartorius, Pectineus, Adductoren.		Vorder- und Innenseite der Hüfte.
4. Lumbalis	Quadriceps femoris, Gracilis, Obturatorius externus	Glutäalreflex 4.—5, Lumb.	Vorder- und Innenseite des Oberschenkels. Schmaler Streif an der Innenseite des Unterschenkels bis z. inneren Fussrand.
5. Lumbalis	Abductoren: Glutaeus medius und minimus, Tensor fasciae latae. Semitendinosus, Semimembranosus, Biceps femoris		Aussenseite des Oberschenkels.
1. Sacralis	Auswärtsroller: Pyriformis, Obturator internus, Gemelli; Glutaeus maximus.	Achillessehne	Hinterseite des Oberschenkels. Hinterseite des Unterschenkels.
2. Sacralis	Grosse Wadenmuskeln: Gastrocenemius u. Soleus; Tibialis anticus.	Plantarreflex	Aussenseite des Unterschenkels u. d. Fusses. Sensibilität für die Blase selbst und die oberen Partieen des Mastdarms.
3. Sacralis	Peronealmuskulatur. Centrum der Erection. Ejaculationscentrum: Ischio- und Bulbo-cavernosus.		Haut des Penis und der mittleren Partieen des Scrotums, Sensibilität der Urethralschleimhaut.
4. Sacralis	Blasencentren, Detrusor vesicae.		Haut des Perineums und des Kreuzbeins.
5. Sacralis und Conus.	Sphincter ani externus, Levator ani.		Haut über dem Steissbein u. über d. After.

Ein Blick auf diese Tabelle lehrt etwas zunächst sehr Auffallendes. Die angegebenen Innervationsareale stimmen absolut nicht überein mit denjenigen, welche durch die peripheren Nerven geschaffen werden.

Bekanntlich tritt bald nach Bildung der Wurzeln für die meisten derselben ein Faseraustausch mit benachbarten Wurzeln, eine Plexus-

bildung ein. Erst aus dem Plexus geht dann der periphere Nerv hervor und dieser enthält dann Elemente aus verschiedenen Wurzeln. Lange Jahre hindurch haben sich zahlreiche Forscher mit der Lösung beschäftigt, ob etwa den einzelnen Wurzeln bestimmte Hautbezirke oder auch bestimmte Muskeln angehörten und welches Gesetz etwa der Faservertheilung in der Peripherie zu Grunde liege. Die älteren Untersuchungen über die motorische Innervation sind neuerdings namentlich durch Kocher und durch Bolk erweitert worden, diejenigen über die sensible sind, nachdem Türk die Grundzüge gezeichnet hatte, wesentlich durch Arbeiten von Head, Ross, Thorburn und Sherrington zu Ende geführt worden.

Es hat sich gezeigt, dass jeder Wurzel ein ganz bestimmtes peripheres Areal zugehört, dass ihre Fasern dieses Areal aber auf sehr verschiedenen Wegen erreichen. Das Hautfeld einer Wurzel ist meist von mehreren Nerven versorgt, aber alle beziehen die gerade für dieses Feld bestimmten Fasern aus der gleichen Wurzel. Die Wurzeldurchschneidung allein kann das betreffende Areal sofort anästhetisch machen und es deckt sich das Wurzelareal keineswegs mit den Arealen der Hautnerven. Es stört vielmehr die Durchschneidung eines Nerven oft Areale, welche mehreren Wurzeln angehören.

Man muss die Wurzelareale kennen und von denjenigen der peripheren Nerven zu unterscheiden wissen. Denn es gelingt, weil der Endbezirk der Wurzeln nur wenig höher als ihr Austritt liegt, oft mit sehr grosser Genauigkeit, die Höhe bestimmter Rückenmarksläsionen zu erkennen, wenn Sensibilitätsstörungen nachweisbar sind. Die Areale der sensiblen Wurzeln, welche ich Ihnen hier nach einer Zusammenstellung von Kocher, die durch dessen eigene reiche Erfahrung controllirt ist, vorlege, decken sich meist ziemlich breit von beiden Seiten her, so dass eigentlich immer nur das centralste Stück rein von der angegebenen Wurzel innervirt ist.

Fig. 247. Die Areale der sensiblen Wurzeln. Nach Kocher, s. Tafel II.

Anders verhält sich die motorische Innervation. Hier kommen nicht die Fasern etwa einer bestimmten Wurzel in einem einzigen bestimmten Muskel wieder zusammen, sondern es erhält jeder Muskel durch seinen peripheren Nerven Fasern aus verschiedenen Wurzeln. Die für sein Arbeiten nöthige Synergie wird also durch anatomische Anordnung innerhalb des Rückenmarkes gesichert.

Will man die Höhe feststellen, in welcher, etwa durch einen Tumor, das Rückenmark unterbrochen ist, so wird zunächst die Grenze der eingetretenen Anästhesie scharf bestimmt. Ueber ihr liegt gewöhnlich eine hyperästhetische, oft schmerzende Zone. Man ersieht leicht aus den Abbildungen, welches Wurzelareal das höchste ausgefallene ist. Es entstammt seine Innervation dem nächst höheren Segmente. War also z. B. das Areal der achten Dorsalwurzel und Alles, was unterhalb derselben

liegt, anästhetisch, so hat man die Läsion in der Höhe des siebenten Segmentes zu suchen. Die Erfahrung — Bruns — hat gezeigt, dass es immer zweckmässig ist, noch ein Segment höher die Läsion anzunehmen. Das wäre also das sechste Segment. Ein Blick auf die hier beigegebene Gowers'sche Figur zeigt, dass dieses sechste Rückenmarksegment dem fünften Dornfortsatz der Brustwirbelsäule gegenüber liegt. An diesem also ist, falls man zu einer Operation sich entschliesst, der Wirbelcanal zu öffnen. Es ist namentlich Horsley's Verdienst, wenn wir heute wissen, dass man am sichersten geht, wenn man immer den Herd möglichst hoch annimmt. Durch Nichtbeachtung der eben gegebenen Regeln ist wiederholt zu tief operirt und eine vorhandene Erkrankung nicht gefunden worden.

Der **Faserverlauf im Rückenmarke**, meine Herren, ist zu gutem Theile bekannt. Zum Verständniss desselben ist es nothwendig, dass Sie sich mit dem Bilde, welches ein Schnitt quer durch das Organ bietet, voll vertraut machen.

Auf einem solchen Querschnitte erkennen Sie zunächst weisse Substanz in der Peripherie und graue Substanz in H-Form im Centrum. Die beiden Rückenmarkshälften sind getrennt durch die vordere und hintere Längsfurche, verbunden durch eine Commissur weisser Substanz vorn, grauer Substanz hinten. Die vordere Ausdehnung der grauen Substanz nennt man die Vorderhörner oder Vordersäulen, die hintere die Hinterhörner, resp. Hintersäulen.

Die Vertheilung von weisser und grauer Substanz ist nicht in allen Querschnittshöhen die gleiche. Namentlich überwiegt vom oberen Lendenmark an abwärts entschieden die graue Substanz. Fig. 250 zeigt Querschnittsbilder aus den verschiedenen Höhen des Rückenmarkes.

Ausser der verschiedenen Vertheilung der beiden Substanzen wollen Sie an derselben noch beachten, wie der lateralste Theil des Vorderhornes im unteren Hals- und oberen Brustmarke mehr und mehr selbstständig wird und schliesslich (Fig. 250 D_1 und D_3) als eigener Fortsatz, Seitenhorn oder Tractus intermedio-lateralis genannt, sich abhebt. Im unteren Brustmarke verschwindet das Seitenhorn wieder. Auf Fig. 249 ist es bei *o* angegeben.

Fig. 248.
Lage der einzelnen Rückenmarksegmente zur Wirbelsäule, nach Gowers.

Im ganzen Hals- und im oberen Brustmarke ist unter dem Tractus intermedio-lateralis, im Winkel zwischen ihm und dem Vorderhorne, die graue Substanz nicht scharf abgegrenzt, sie geht vielmehr in ein Netz von grauen Balken und Zügen über, das weithin in die weisse Substanz hineinragt. Dieses Netz heisst Processus reticularis.

Am Conus terminalis hat die graue Substanz nur noch einen dünnen Ueberzug weisser Fasern (*Co* der Fig. 250).

Ich will Ihnen nun zunächst beschreiben, was die einfache anatomische Untersuchung von Schnitten durch das Rückenmark lehrt.

Die Wurzelfasern der motorischen Nerven treten am Spinalganglion vorbei direct in das Rückenmark, durchziehen dessen weisse

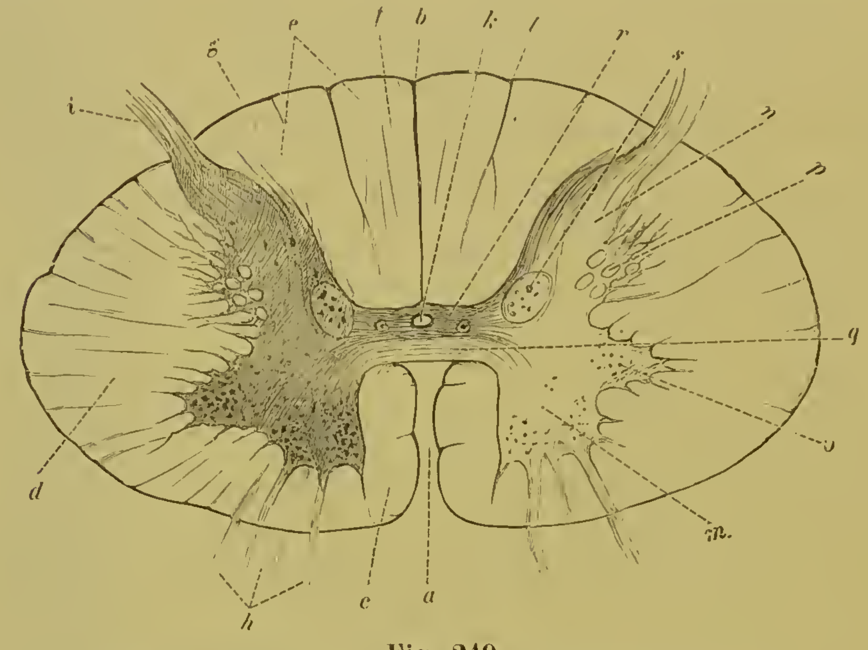


Fig. 249.

Halbschematischer Querschnitt des Rückenmarkes nach Erb.
a vordere, *b* hintere Längsfurche, *c* Vorderstrang, *d* Seitenstrang, *e* Hinterstrang, *f* Funic. gracilis. *g* Funic. cuneatus, *h* vordere, *i* hintere Wurzel, *k* Centralcanal, *l* Sulcus intermed. post., *m* Vordersäule, *n* Hintersäulo, *o* Tractus intermedio-lateralis, *p* Processus reticulares, *q* vordere Commissur aus weisser Substanz, *r* hintere oder grane Commissur, *s* Clarke'sche Säule oder Columna vesicularis.

Substanz und senken sich in die Vorderhörner ein. Alle in ihnen enthaltenen Axencylinder verbinden sich so, wie es hier auf Fig. 251 abgebildet ist, mit je einer der grossen dortliegenden Ganglienzellen. Eine Vorderhornzelle mit vielen Ausläufern ist in Fig. 4 abgebildet. Nicht alle Zellen stehen in directer Verbindung mit Wurzelfasern.

Die Vorderhornzellen sind zumeist in Gruppen angeordnet. Welche Beziehung die einzelnen Gruppen zu den Wurzeln haben, ist nur theilweise bekannt. Voraussichtlich ist ein Gewinn für unser Wissen zu erwarten, wenn in allen Fällen, wo intra vitam ein Ausfall in der Peripherie sich wohl umgrenzen liess, post mortem eine sorgfältige, speciell auf die Localisation von veränderten Ganglienzellen gerichtete Untersuchung stattfindet. Jeder von Ihnen, meine Herren, kann berufen sein, uns hier voranzuhelfen. So wird es wichtig sein, dass Sie sich mit einer Eintheilung der Zellgruppen im Rückenmarkgrau bekannt machen, die, auf

morphologische Befunde gestützt, das rein thatsächlich einstweilen Bekannte umfasst. Ein solche Eintheilung verdanken wir Waldeyer. Ich lege Ihnen in der Abbildung Fig. 253 (S. 255) dieselbe vor. Die im Halsmarke sehr gut abgegrenzten und im Lendenmarke besonders zellreichen Gruppen sind im Brustmarke weniger gut ausgeprägt, entsprechend dem geringeren Volum und vielleicht auch den andersartigen Functionen der dort entspringenden Nerven.

Keine der Zellgruppen, ausser etwa der medialen hinteren Gruppe, ist durch die ganze Länge des Rückenmarkes continuirlich zu verfolgen. Manches spricht

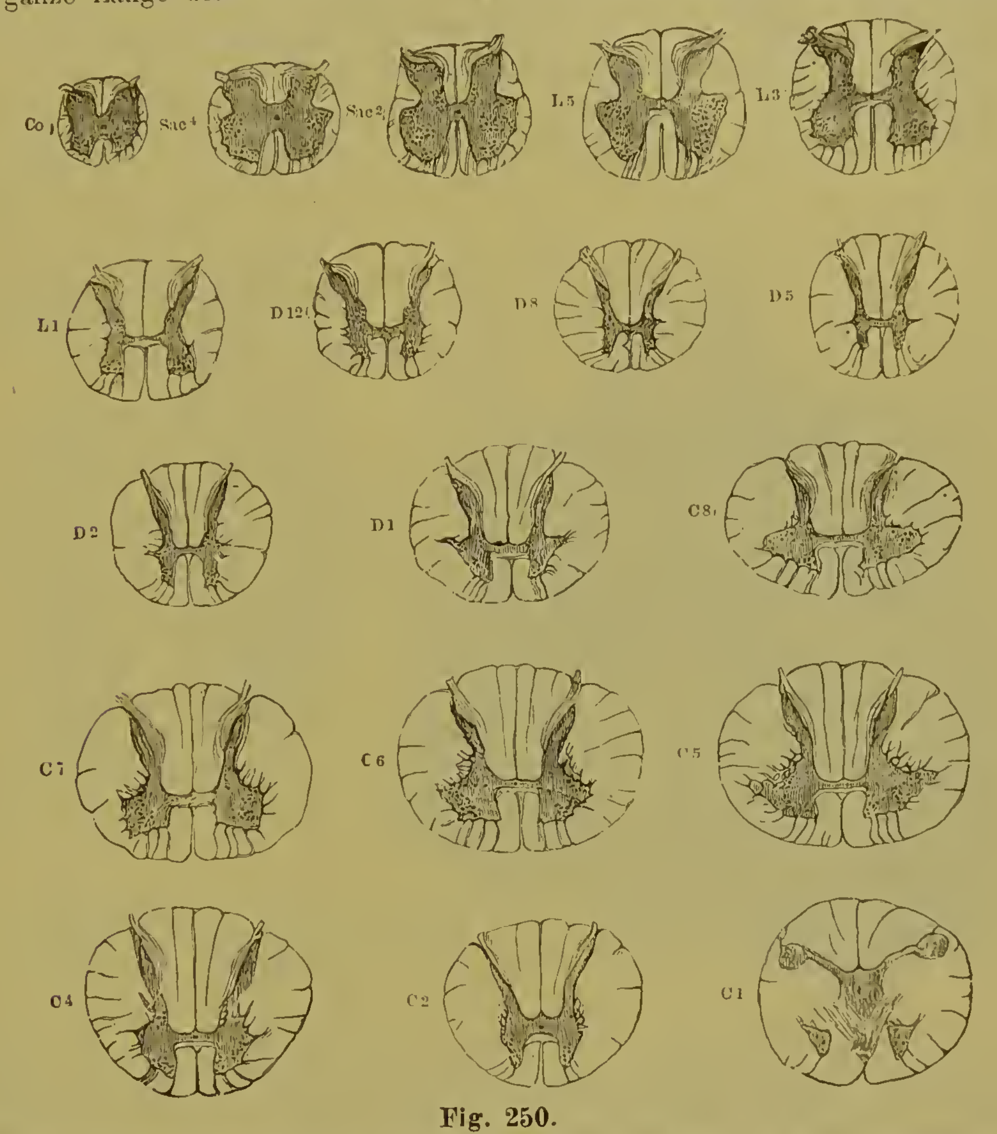


Fig. 250.

Schnitte durch das Rückenmark in verschiedenen Höhen. Die Buchstaben und Zahlen bezeichnen die Spinalnerven, deren Abgangshöhle die einzelnen Schnitte entsprechen. Nach Quain.

dafür, dass diese Gruppe der Innervation der Rückenmusculatur dient. Aus dem Cervicalmarke stammt, wie die Tabelle S. 348 zeigt, der Plexus brachialis. Für seine Einzelbestandtheile hat die Durchforschung all der Fälle, in denen vom Rückenmarke her Ausfall der Function eingetreten war (Kayser, Collins), schon die Kerne kennen gelehrt. Es entstammen den lateralen Zellgruppen im Cervicalmarke die Nerven für die Beuger, den mehr medialen diejenigen für die Strecker am Arme und an der Hand.

Nahe der Vorderhornbasis, medial von der lateralen vorderen und der lat. hinteren Gruppe sehen Sie in Figur 252 einige wenige isolirte Zellen liegen. Diese

kleine Gruppe kann man nach den Untersuchungen von Sano und von Kohnstamm vom 3. bis zum 6. Cervicalsegmente etwa verfolgen. Da sie nach Ausreissen des Phrenicus entartet, muss sie der Kern des Zwerchfellnerven sein.

Die Wurzeln der sensiblen Nerven gelangen, nachdem sie das Spinalganglion passirt haben, zum Theil direct in das Hinterhorn, zum Theil in die weissen Hinterstränge. Der Zellencomplex des Spinalganglions ist der eigentliche Ursprungskern für die Mehrzahl dieser Fasern. Sie erinnern sich noch, dass, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, die Axencylinder aus den Zellen dieses Ganglions peripherwärts in den Nerven, centralwärts in das Rückenmark auswachsen. Der centrale Ausläufer bildet das, was wir hintere Wurzel nennen. Mit ihm aber treten auch noch Fasern ein, welche nicht aus den Zellen der Spinalganglien stammen.



Fig. 251.

Vom vorderen Rande eines Querschnittes der grauen Vordersäule. Uebergang der Zellfortsätze in die vorderen Wurzeln. Carminpräparat $^{100}/_{1}$. Nach Henle.

Wie unabhängig Hinterwurzel und Rückenmark in ihrer Entwicklung von einander sind, das lehrt ein Fall, den Leonowa beobachtete. Hier fehlte bei einer Missbildung die ganze Rückenmarkanlage, die Spinalganglien aber waren vorhanden, und aus ihnen gingen nicht nur periphere Nerven, sondern auch ganze Bündel von Hinterwurzeln hervor, die natürlich frei in den Wirbelkanal hineingewachsen waren.

Die im Hinterhorne liegenden Ganglienzellen sind kleiner als die Vorderhornzellen. Meist haben sie eine der Spindel sich nähernde Gestalt. Ihr Axencylinder verzweigt sich entweder schon nahe an der Zelle zu einem feinen Flechtwerke, ähnlich dem in Fig. 175 *g* unten links abgebildeten, oder er zieht in der Rückenmarksubstanz weiter. Nie geht er in eine periphere Nervenfaser über.

Zwei Gruppen treten im Hinterhorne durch ihre Form und Farbe auch schon für das nackte Auge deutlich hervor. Die Gruppe der Columna vesicularis, von Stilling zuerst, dann von Clarke genauer studirt, meist Clarke'sche Säule genannt (s. Fig. 250), liegt etwa da, wo Vorder- und Hinterhorn zusammenstossen. Ausser den Zellen enthält sie noch ein

feines Fasergeflecht und Bündelchen ausserordentlich feiner, in der Längsaxe des Rückenmarkes verlaufender Nervenfasern.

Ihr rundlicher Querschnitt ist deutlich abgegrenzt nachweisbar nur etwa vom Ende der Halsanschwellung bis zum Anfange der Lendenanschwellung. Einzelnen Zellen von ähnlichem Aussehen wie die in der Säule enthaltenen begegnet man aber in ihrer Verlängerung bis in die Oblongata hinauf.

Schärfer noch als die Stilling-Clarke'sche Säule hebt sich vom Grau des Hinterhornes die Substantia gelatinosa Rolandi ab. Sie liegt an der Spitze des Hinterhornes und wird dort von zahlreichen eintretenden Hinterwurzelfasern durchbrochen. Solange die Färbemethoden

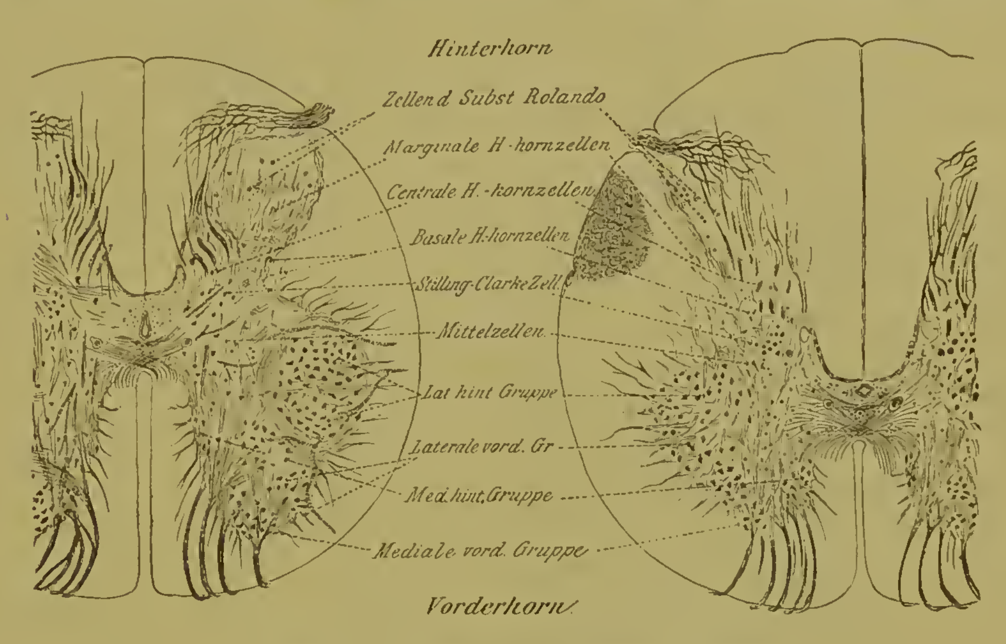


Fig. 252. Nach Waldeyer, wenig modificirt.

Schnitt durch

den caudalen Theil der Halsanschwellung. — die Lendenanschwellung.

Die Eintheilung beruht auf den Bildern, welche sich am reifen Rückenmarke mit Carmin darstellen lassen. Andere Methoden zeigen, dass, wenigstens am fötalen Marke, in einzelnen Gebieten sehr viel mehr Zellindividuen vorhanden sind, als hier gezeichnet wurden.

noch nicht genügend ausgebildet waren, blieb die Bedeutung dieser eigenthümlich glasig durchscheinenden Substanz immer unklar. Erst in den letzten Jahren ist es gelungen, in ihr Zellen nachzuweisen, welche ähnliche Charactere zeigen, wie die in den Hinterhörnern liegenden.

Was aus deren Axencylindern wird, schien besonders schwer, in einem Gebiete zu ermitteln, das ohnehin schon von unzähligen Axencylindern und Collateralen solcher durchzogen wird. Neuerdings konnten S. Ramon y Cajal und bes. v. Lenhosseck zeigen, dass die Axencylinder spindelförmiger Zellen (Marginale Zellen der Fig. 252), welche die Peripherie der Rolando'schen Substanz umgeben, in den dorsalen Theil des Seitenstranges gerathen, und dass die aus den mehr sternförmigen schmalen Zellen, welche in der Substanz selbst liegen, in den benachbarten Hinterstrang und in die sogenannte Randzone des Hinterhornes eintreten. Die letzteren Zellen besitzen nicht einen, sondern mehrere Ausläufer vom histologischen Character eines Axencylinders.

Sie erinnern sich, dass uns bei der Beschreibung der Fischrückenmarke Typen aufstiessen, bei denen die Hinterhörner im Vergleich zu den Vorderhörnern enorm entwickelt waren, Fig. 35—37 z. B. Etwas ganz Aehnliches tritt aus den gleichen Ursachen auch am menschlichen Rückenmarke auf. Im caudalsten Abschnitte, dem Conus terminalis, entspringen sehr viel mehr sensible als motorische Wurzeln. Dementsprechend ist die graue Substanz dorsal enorm entwickelt, es sitzen ihr gleich kleinen Kappen

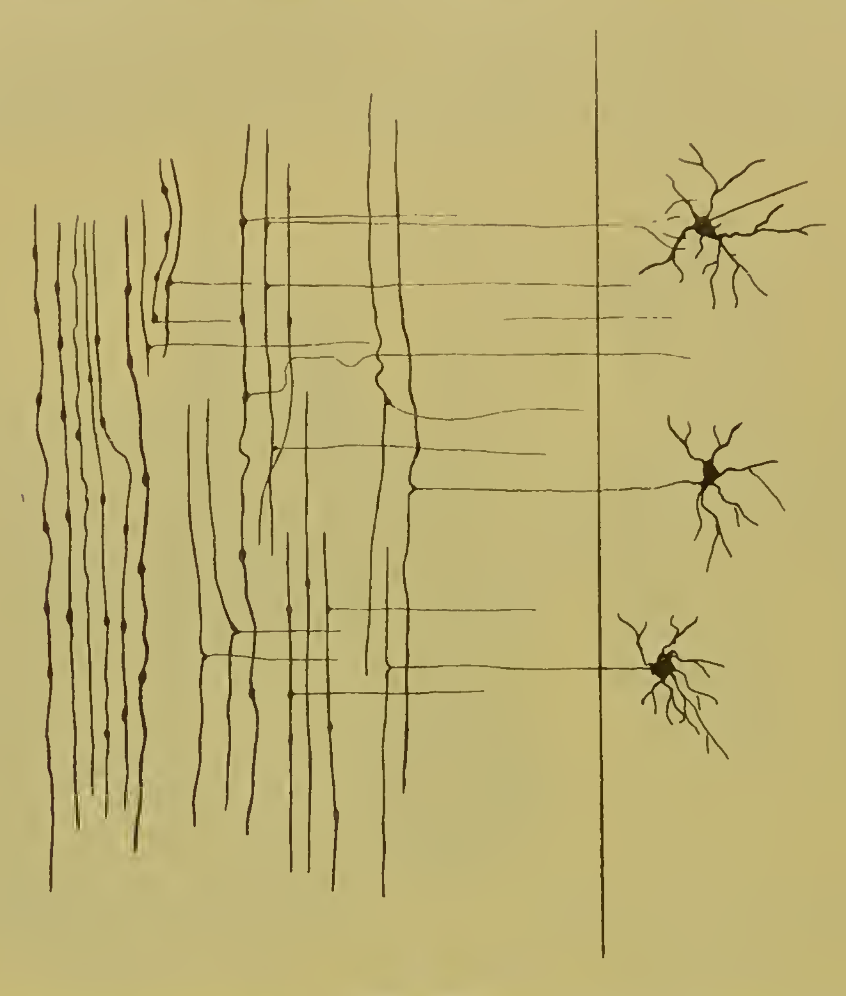


Fig. 253.

Längsschnitt durch den Seitenstrang vom neugeborenen Hunde. Die linke Hälfte der Zeichnung, nach einem Originalpräparat von Ramon y Cajal, zeigt Axencylinder, die Collateralen in die graue Substanz senden, und Axencylinder, die, aus Zellen dort kommend, sich in einen auf- und einen absteigenden Ast theilen. Die Zellverbindungen rechts sind Schema.

die Vorderhörner auf. Zwischen diese zellarmen Theile und die Substantia gelatinosa der Hinterhörner schiebt sich eine mächtige Gruppe grosser Ganglienzellen, die Intermediärzellen, I. Müller. Durch die mächtigen Züge der Hinterwurzeln in die graue Substanz ist übrigens auch das ganze Querschnittsbild des Conus sehr verschieden von demjenigen des Rückenmarkes. Die hintere Commissur z. B. ist zwischen den von rechts und links her einstrahlenden Fasermassen völlig verschwunden.

Ausser den Zellen, welche in Beziehung zu Wurzelfasern stehen,

kommen über die ganze Breite des Querschnittes ausgebreitet noch Associationszellen vor, meist ziemlich grosse multipolare Zellen, die ihren Axencylinder hinaus in die Seiten- und Vorderstränge senden, wo er sich in einen auf- und absteigenden Ast theilt. Dieser kehrt nach kürzerem oder längerem Verlaufe wieder in die graue Substanz zurück, verbindet also verschiedene Höhen derselben unter einander. Es giebt eine grosse Anzahl dieser Zellen, welche nicht in den gleichseitigen, sondern in den gekreuzten Strang ihre Fortsätze senden. Fig. 253.

Die weisse Substanz, welche die graue umgiebt, besteht wesentlich aus in der Längsaxe des Rückenmarkes verlaufenden Fasern, zu denen noch die schräg aufsteigenden Fasern der Nervenwurzeln und eine gewisse Anzahl von anderen Fasern kommen, welche mehr oder weniger senkrecht zur Längsaxe aus der grauen Substanz heraus zu den weissen Fasersträngen ziehen. Die Nervenfasern haben einen Axencylinder und eine Markscheide. Die Breite der letzteren wechselt sehr. Eine Schwanusche Scheide fehlt ihnen.

Der Axencylinder ist ein längsgestreiftes Gebilde überall, wo man ihn bisher untersucht hat. Wahrscheinlich besteht er aus zahlreichen einzelnen Fäserchen. Neuere Untersuchungen haben nun gezeigt, dass die Axencylinder der im Rückenmarke verlaufenden Nervenfasern nicht sich als Ganzes in die Endstätten innerhalb der grauen Substanz einsenken, sondern dass es sich hier um eine Art Aufsplittern handelt. An allen langen Nervenfasern sieht man innerhalb der weissen Stränge und auch innerhalb der grauen Substanz, dass in gewissen Abständen, senkrecht zur Axe, ein feines Fäserchen sich ablöst, dass dieses nach der grauen Substanz hinstrebt, und man erkennt zuweilen, dass es dort sich in einen feinen Pinsel auflöst. Die Stelle, wo diese „Collateralen“ vom Stamme abgehen, ist meist durch eine kleine Verdickung gekennzeichnet, s. Fig. 253.

Das Rückenmarkweiss ist von zahlreichen, radiär gestellten Septen durchzogen. In diesen, die von Neuroglia gebildet sind, dringen die Randgefässe des Markes in die Tiefe.

Die Nervenfasern in der weissen Substanz sind alle von einem lockeren Netz von **Neurogliafasern** umsponnen. In der grauen Substanz findet sich die dichteste Anhäufung in der Umgebung des Centralcanales. Substantia grisea. Sie erscheint für das blosse Auge bei der Weigert'schen Färbung als dunkelblauer Fleck.

Weniger dicht, aber dichter, als in der weissen Substanz ist das Gliageflecht in den Vorderhörnern. Am spärlichsten im ganzen Querschnitte des Rückenmarkes sind die Gliafasern in der Substantia gelatinosa Rolandi.

Auch die ganze Peripherie ist von einem dünnen Mantel fast reiner Gliasubstanz überzogen, der gelatinösen Rindenschicht (Fig. 252 rechts). Ebenso findet sich an der Spitze des Hinterhornes eine besonders dichte Gliawucherung. Hier erleidet die eintretende Hinterwurzel, wesentlich auf Kosten ihrer Markscheiden, eine wahre Verdünnung, so dass sie im Schnitte wie eingeschnürt erscheint. Obersteiner und Redlich.

Ueber das Epithel des Centralkanales bei Föten orientirt Sie Figur 5. Auch bei jugendlichen Individuen liegen die Zellen noch in regelmässiger Reihe der Gliaschicht direct auf. Ihre Flimmern verlieren sie wahrscheinlich schon bald

nach der Geburt, doch bleibt zeitlebens eine eigenthümliche Schicht kleiner regelmässig gestellter Körnchen am inneren Zellrande erhalten, die schon beim Fötus dicht unter den Flimmern nachweisbar ist. In dem Maasse, wie die Epithelzellen älter werden, scheint ihre Resistenz sich zu schwächen. Sie weichen auseinander, lassen Gliafasern zwischen sich hindurchtreten, ja sie lösen sich von ihrer Unterlage ab und liegen als wirr oder in kleinen Kränzchen zusammengeballte Haufen mitten zwischen den in die freigewordenen Räume mächtig einwuchernden Neurogliafasern. Es entsteht durch diese Verwachsung eine lumenlose Zellmasse an Stelle des ursprünglichen Centralcanales, oder man findet ein oder mehrere sehr kleine Lumina im Centrum des Rückenmarkes. Weigert.

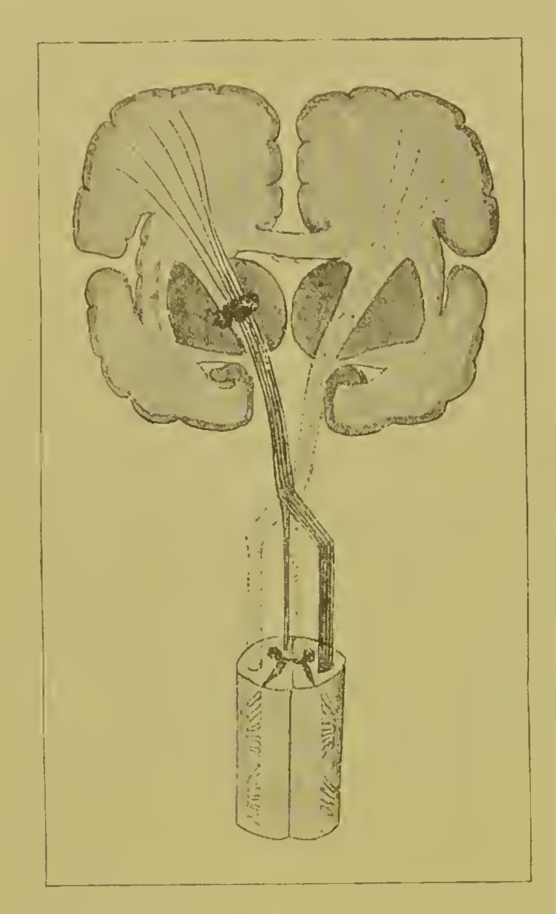


Fig. 254.

Schema der absteigenden Degeneration in dem Tractus cortico-spinalis bei einem Erkrankungsherd in der Capsula interna links.

So viel lässt sich durch die Untersuchung von Schnitten reifer Rückenmarke ermitteln.

Man ist aber durch Anwendung besonderer Untersuchungsmethoden sehr viel weiter gekommen.

Durch die eintretenden Wurzeln und durch die Längsfurchen wird das Rückenmark, wie ein Blick auf den Querschnitt zeigt, in einzelne Stränge abgetheilt. Medial von den Wurzeln liegen die Vorder-, resp. Hinterstränge, lateral von ihnen die Seitenstränge.

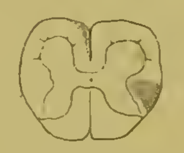














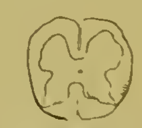


Fig. 255.

Secundäre absteigende Degeneration nach einem Erkrankungsherd in der linken Grosshirnhemisphäre. Nach Erb.

Das Studium der Entwicklungsgeschichte, sowie die Folgen der Faserunterbrechung, auch die Untersuchung gewisser Krankheiten des Rückenmarkes haben gelehrt, dass diese Vorder-, Hinter- und Seitenstränge nicht einheitliche, gleichwerthige Fasermassen sind, wie es wohl bei Betrachtung des Querschnittes eines gesunden Rückenmarkes vom Erwachsenen scheinen mag, dass sie sich vielmehr aus mehreren Abtheilungen zusammensetzen.

Sie erinnern sich wohl noch des Tractus cortico-spinalis, der Pyramidenbahn, jenes Faserzuges, den wir von der Rinde der motorischen Region durch die Kapsel und den Hirnschenkelfuss bis in die ventralen Theile der Brücke verfolgt haben. Lassen Sie uns zunächst suchen, wohin sich diese Bahn im Rückenmarke begiebt. Es ist nicht so schwer, sie dort zu finden. Wenn sie nämlich irgendwo in ihrem langen Verlaufe durch einen Krankheitsherd zerstört wird, so schwinden allmählich ihre Nervenfasern; sie werden durch Gliagewebe ersetzt. Diese Entartung, welche man als secundäre Degeneration bezeichnet, setzt sich nach abwärts bis in das Rückenmark fort. Sie nimmt da zwei Stellen ein: einmal den innersten Theil des Vorderstranges derjenigen Seite, wo die Zerstörung im Hirne liegt, und dann ein grosses Gebiet im Seiten-

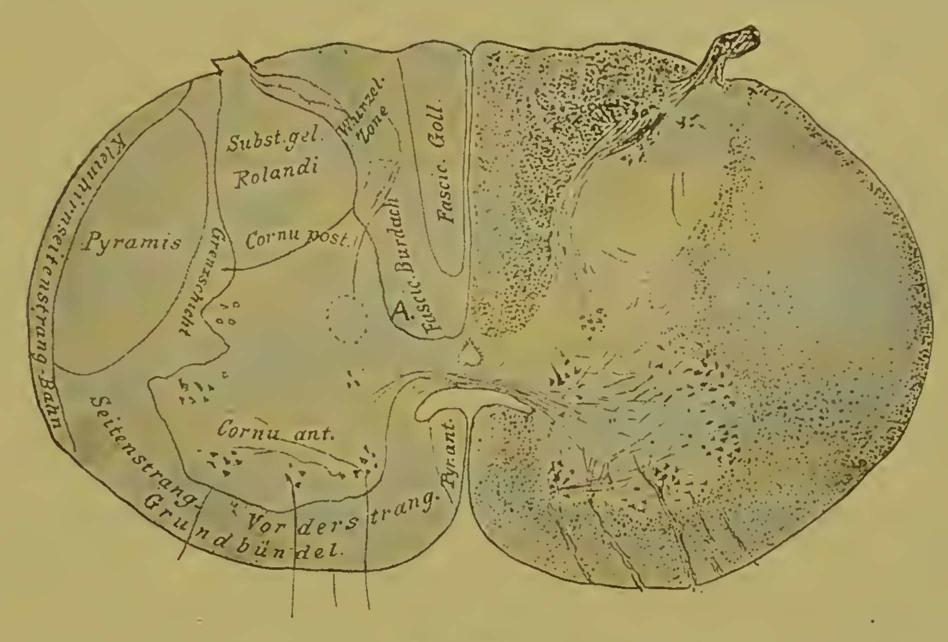


Fig. 256.

Querschnitt durch das Halsmark eines Neugeborenen. Die Pyramidenbahnen ohne markhaltige Fasern, durchscheinend hell. Die Pyramiden-Vorderstrangbahn ragt weit in die Peripherie des Vorderseitenstranges hinein.

strange der gekreuzten Seite. Hoch oben, da wo die Oblongata beginnt, sieht man, dass jener gekreuzte Theil sich hinüber zum ungekreuzten begiebt, sich also mit der nicht degenerirten Pyramidenbahn kreuzt.

Die Bahn, welche also von der Degeneration in absteigender Richtung befallen wird, heisst, wie im Gehirne, so auch im Rückenmarke, Tractus cortico-spinalis, Pyramidenbahn. Sie zerfällt in letzterem in die Pyramiden-Vorderstrangbahn (innerste Partie der Vorderstränge) und in die Pyramiden-Seitenstrangbahn (in der hinteren Hälfte der Seitenstränge). Es ist Grund zur Annahme vorhanden, dass diese Pyramidenbahnen die Mehrzahl der Fasern vom Gehirne zum Rückenmarke führen, welche der erübten Bewegung dienen. Sie entarten nur absteigend, ihre Nerven schwinden regelmässig, wenn der Querschnitt der Bahn irgendwo im Gehirne oder auch im Rückenmarke zerstört wird.

In dem Areale der Seitenstränge, welches die Tractus cortico-spinales einnehmen, verlaufen noch eine Anzahl von Fasern, namentlich solche, die, den Associationsbündeln des Rückenmarkes angehörend, verschiedene Höhen desselben unter einander verknüpfen. Gerade die längsten Fasern dieser Kategorie liegen in dieser Gegend. So kommt es, dass bei Unterbrechung des Seitenstranges im Rückenmarke ein grösseres Areal absteigend degenerirt, als dem Pyramidenfelde in der Oblongata entspricht. Aus diesem Umstande ist der viel verbreitete Irrthum entsprungen, dass die Pyramide noch Fasern aus dem Rückenmarke selbst empfange.

Zur Zeit der Geburt haben beim Menschen alle Bahnen im Rückenmarke ihre Myelinscheiden. Nur den Tractus cortico-spinales fehlen sie noch. Beim Neugeborenen erscheinen daher die Pyramidenbahnen grau im weissen Rückenmarksquerschnitte (s. Fig. 256).



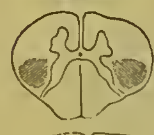




Fig. 257. Secundäre auf- und absteigende Degeneration bei einer Querschnittaffection im oberen Brustmarke. Nach Strümpell.

Bei Thieren ist die Pyramidenbahn entsprechend der geringeren Ausdehnung der Grosshirnrinde immer dünner als beim Menschen. Auch bei diesem enthält sie wahrscheinlich nur Fasern für diejenigen Muskeln, welche vorwiegend unter Inanspruchnahme der Rinde — also überlegt und eingeübt — gebraucht werden. Jedenfalls nimmt sie nach Abgabe des für die Innervation der oberen Extremitäten bestimmten Theiles erheblich ab, bleibt im Brustmarke wesentlich gleich stark und verliert nach Abgabe der Fasern für die Unterextremitäten so an Volum, dass sie im unteren Lendenmarke so gut wie verschwunden ist. Untersuchungen dieser Bahn an Thieren, die sich vorwiegend der Hände bedienen — Affen, Grabthiere — und an solchen, die wesentlich mit den Hinterextremitäten arbeiten — Beutler etwa — wären erwünscht. Sie müssten sich aber auf entwicklungsgeschichtliche oder degenerative Facta stützen, denn nur solche gestatten ein reines Ausscheiden der Pyramidenbahn.

Die Untersuchung secundär degenerirter Rückenmarke lässt uns in die Zusammensetzung der weissen Stränge aber noch ein Stück weiter eindringen. Schneiden wir ein Rückenmark, das durch Druck oder eine andere Schädigung im Brusttheile unterbrochen ist, so finden wir, wie es nach dem Ihnen eben Vorgetragenen zu erwarten ist, caudal vom Herde der Erkrankung die unterbrochenen Pyramidenbahnen jederseits absteigend degenerirt. Aber auch cerebral von der Unterbrechungsstelle zeigt sich eine Degeneration. Sie nimmt Anfangs das ganze Areal der Hinterstränge ein, beschränkt sich aber, einige Wurzelhöhen weiter, auf die mediane, der hinteren Incisur anliegende Partie derselben. Leicht können wir an solchen Präparaten die Hinterstränge trennen in äussere und in innere Stränge. Was hier aufsteigend (bis in die Oblongata) degenerirt, sind Fasern der hinteren Wurzeln, welche von ihren Ganglienzellen, in den Spinalganglien, abgetrennt sind. Führt man experimentell die Durchschneidung dieser Wurzeln ganz nahe am Rückenmarke aus (Singer), so bekommt man ganz genau das gleiche Degenerationsbild. Dicht über

der Durchschneidungsstelle sind die äusseren und die inneren Hinterstränge degenerirt, weiter oben aber, wo neue, gesunde Wurzelfasern wieder eingetreten sind, legen diese sich aussen von den kranken an, und es rücken so, je höher man kommt, die entarteten Fasern immer näher an die Medianlinie.

Was wir eben durch die Untersuchung der degenerirten Hinterstränge erfahren haben, das bestätigt das Studium der Markscheidenentwicklung. Auch dieses lehrt, dass dort mindestens zwei Fasergebiete enthalten sind: ein äusseres Gebiet, gewöhnlich als Grundbündel der Hinterstränge, auch als Keil- oder Burdach'sche Stränge bezeichnet, und ein inneres, dem man den Namen der zarten Stränge oder auch der Goll'schen Stränge gegeben hat. Am normalen Marke des Erwachsenen sind die beiden Hinterstrangtheile nur im Halsmarke deutlich durch Bindegewebssepten von einander geschieden, auf caudaleren Querschnitten kann man sie nur erkennen, wenn einer von beiden erkrankt und desshalb durch eine andere Färbung ausgezeichnet ist. Die Goll'schen Stränge nehmen von unten nach oben bis in das obere Brustmark an Stärke zu, weil sie Theile der fortwährend eintretenden hinteren Wurzeln aus den sensorischen Nerven bis ca. zum vierten Dorsalnerven (Schaffer) der Medulla oblongata zuführen.

Sie werden später erfahren, dass in den Hintersträngen noch andere Unterabtheilungen gemacht werden müssen. Die Art, wie manche Erkrankungen sich in ihnen ausbreiten, namentlich auch die Bilder, welche man gewinnt, wenn frische Rückenmarksunterbrechungen mit der Marchi'schen Degenerationsmethode, also mit einem besonders feinen Reagens auf einzelne zerfallende Markscheiden, untersucht werden, haben unsere Anschauungen hier sehr erweitert.

Das Gebiet ganz nahe an der grauen Commissur, das in Fig. 256 links mit *A* bezeichnet ist, muss ein intramedullär entspringendes Fasersystem enthalten, weil es bei Erkrankungen, welche die Wurzelbahnen treffen, immer frei bleibt. Man kann es als ventrales Feld der Hinterstränge bezeichnen.

Die Hinterstränge bestehen also fast ausschliesslich aus den eintretenden Fasern der hinteren Wurzeln. Diese Wurzeln sind so angeordnet, dass die eintretende immer am weitesten lateral, dicht an den Hinterhörnern liegt (Wurzelzone des Hinterstranges), dass aber die nach ihr, d. h. über ihr zum Rückenmarke gelangende Wurzel ihre Vorgängerin nach innen schiebt. So kommt es, dass oben im Halsmarke die Fasern aus den Unterextremitäten in den Goll'schen Strängen zu suchen sind, während die Burdach'schen Stränge noch sehr viele Fasern aus den oberen Extremitäten führen. Sie dürfen sich nun, meine Herren, nicht vorstellen, dass die genannten Hinterstrangtheile die Gesammtmasse der Fasern einer hinteren Wurzel nach oben führen. Viele Fasern gelangen vielmehr gleich nach dem Eintritte der Wurzel in die graue Substanz, andere biegen während ihres Verlaufes

im Hinterstrange um. Desshalb liegen in den oberen Theilen des Markes relativ wenige von den tief unten eingetretenen Fasern im Hinterstrange. Experimentell hat man das dadurch eruirt, dass das degenerirende Querschnittsfeld einer durchschnittenen Hinterwurzel immer kleiner wurde, wenn es nach oben hin verfolgt wurde. Gleichzeitig rückte es nach innen.

Im obersten Theile des Rückenmarkes enthalten die Keilstränge Fasern, die nicht direct aus den Hinterwurzeln stammen. Ihre Herkunft ist unsicher. S. hier die Zusammensetzung der Hinterstränge nach Fig. 263.

Ein Theil der hinteren Wurzel gelangt in die Umgebung der Zellen der Clarke'schen Säule und splittert da auf (Fig. 260). Aus der Clarke'schen Säule entspringt eine neue Rückenmarksbahn. Durchschneidet man das Rückenmark quer, so entartet das Fasergebiet, in welchem diese Bahn frontalwärts zieht. Es ist das peripher in den Seitensträngen liegende

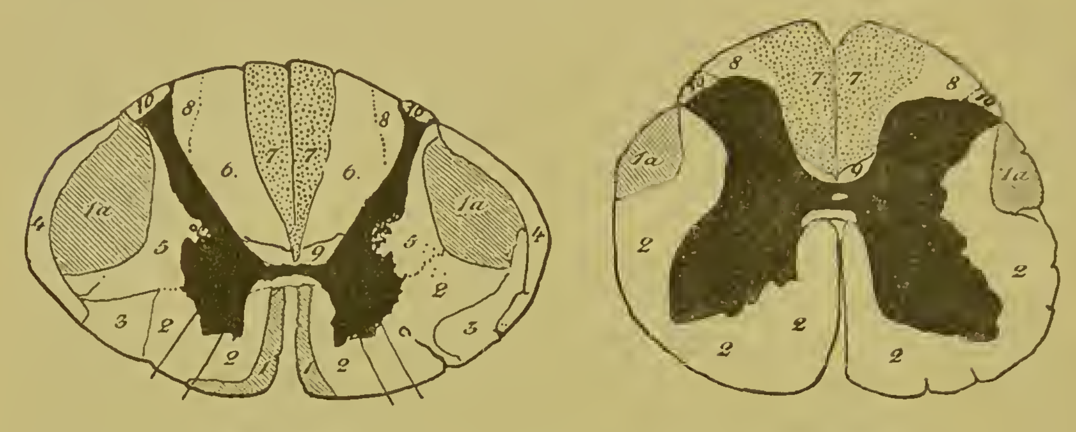


Fig. 258. Fig. 259.

Schnitte durch das Cervical- und durch das Lumbalmark mit Einzeichnung der ungefähren Grenzen zwischen den einzelnen Abtheilungen des Markmantels. Unter Benutzung der entwicklungsgeschichtlichen Grundlagen wesentlich nach Präparaten mit secundären Degenerationen des einen oder anderen Systems. 1*a* Pyramiden-Seitenstrangbahn. 1 Pyramiden-Vorderstrangbahn. 2 Grundbündel der Vorderseitenstränge. 3 Tr. cerebello-spinalis ventralis. 4 Tr. cerebello-spinal. dors. 5. Seitliche Grenzschicht der grauen Substanz. 6 Aeussere — Burdach'sche Hinterstränge. 7 Innere — Goll'sche Hinterstränge. 8 Wurzeleintrittszone. 9 Ventrales Feld der Hinterstränge.

Querschnittsfeld 4 der Fig. 258. Diese Bahn kann bis hinauf in den Wurm des Cerebellums verfolgt werden, Tractus cerebello-spinalis dorsalis. Es ist wesentlich Verdienst der entwicklungsgeschichtlichen Forschung (Flechsig), dass wir diese Kleinhirn-Seitenstrangbahn kennen und vom übrigen Seitenstrange abgrenzen lernten. In den ersten Lebenswochen, wo die Pyramidenbahn noch marklos ist, umgiebt die Kleinhirnbahn als zarter weisser Saum einen grossen Theil der Seitenstrangperipherie (Fig. 256).

Neuere Untersuchungen (Löwenthal, Mott) haben gezeigt, dass der ventrale Abschnitt der Kleinhirn-Seitenstrangbahn, den Gowers schon als Anterolateral-Tract auf Grund pathologischer Erfahrungen abgetrennt hatte, nicht aus den Zellen der Clarke'schen Säule, sondern aus anderen Zellen der grauen Substanz entspringt. Der Tractus cerebello-spinalis ventralis verläuft zwar bis in die Oblongata

gemeinsam mit dem dorsalen Abschnitt, trennt sich aber dann von ihm, um, etwas weiter frontalwärts ziehend, sich erst mit den Bindearmen in den Oberwurm des Cerebellums zu senken, s. S. 341.

So hätten wir denn bislang an der Hand des Studiums secundärer Degenerationen und der Entwicklungsgeschichte die folgenden Unterabtheilungen — Strangsysteme ist der Name, den man ihnen gegeben — der weissen Substanz kennen gelernt: In den Vordersträngen die Pyramiden-Vorderstrangbahn, in den Seitensträngen die Pyramiden-Seitenstrangbahn und die Kleinhirn-Seitenstrangbahn, in den Hintersträngen die Grundbündel und die zarten Stränge.

In die Umrisse der Fig. 258 u. 259 sind nun alle die Abtheilungen des Markweisses, welche Sie bisher kennen gelernt, eingezeichnet. Noch nicht erwähnt ist das vom Vorderstrange bis in den Seitenstrang reichende Gebiet 2. Dieses von den vorderen Wurzeln durchquerte Areal heisst Vorderseitenstrangrest. Der Theil, welcher in den Vordersträngen liegt, wird auch als Grundbündel der Vorderstränge bezeichnet. Der Seitenstranganthheil hat den Namen vordere gemischte Seitenstrangzone erhalten.

Die meisten Fasern in den Vorderseitenstrangresten entstammen, soweit sie nicht den vorderen Wurzeln angehören, der grauen Substanz; hier liegen ausserdem höchst wahrscheinlich die centralen Fortsetzungen von sensorischen Bahnen. Das mit 5 bezeichnete Feld (seitliche Grenzschicht der grauen Substanz) enthält directe Fortsetzungen von Wurzelfasern, welche nach Durchquerung des Hinterhornes (s. Fig. 256 rechts) dort aufsteigen, aber noch viel mehr Bahnen unbekannter Herkunft und kurzen Verlaufes.

In den Seiten- und Vordersträngen liegen alle die Verbindungen mit den frontaleren Hirntheilen, welche Sie schon bei niederen Vertebraten kennen gelernt haben. Es handelt sich aber um relativ kleine Theile des Areales. Sie sollen, weil von besonderer theoretischer Wichtigkeit, später ausführlicher besprochen werden, wenn Sie einmal über den Verlauf der Gesammtfaserung mehr wissen.

Fünfundzwanzigste Vorlesung.

Der Faserverlauf im Rückenmarke.

M. H.! Lassen Sie uns jetzt, nachdem uns die allgemeinen Verhältnisse der Zusammensetzung des Rückenmarkes bekannt geworden, sehen, was aus den eintretenden Wurzelfasern wird, deren Verfolgung wir früher aufgegeben haben; lassen Sie uns untersuchen, wie weit ihr Verlauf im Centralorgane erforscht ist. Nicht Form und Gestaltung der Theile des Centralnervensystemes sind es ja, die uns hier wesentlich interessiren; auf den Zusammenhang der Theile, auf die Beziehungen, in denen die

Faser zur anderen Faser und zur Zelle steht, auf diese Verhältnisse haben wir unsere Forschung im Grunde zu richten.

Sanft ansteigend treten mitten durch die Vorderseitenstränge die Züge der vorderen Wurzel. Auf eine lange Strecke des Markes ist jede einzelne ausgebreitet. An der Grenze der grauen Substanz angekommen, fahren die Fasern jedes Bündelchens aus einander. Der Angaben über das, was dann aus ihnen wird, besitzen wir viele und oft sich widersprechende. Die folgende Darstellung, welche sich vielfach auf eigene Untersuchung stützt, versucht das Wichtigste zu vereinen.

Zunächst ist als sichergestellt anzunehmen, dass Fasern der vorderen Wurzel zu Ganglienzellen der Vorderhörner gelangen, resp. in deren Axencylinderfortsatz übergehen (s. Fig. 251). Einige Wurzelfasern treten zu Zellen des gekreuzten Vorderhornes, indem sie die vordere Commissur überschreiten.

Gründe, welche die pathologische Beobachtung bietet, haben schon lange erschliessen lassen, dass zu den Kernen der motorischen Nerven Fasern aus der Hirnrinde durch die beiden Tractus cortico-spinales gelangen. Es ist nicht schwer, zu sehen, dass aus dem Areale der Pyramiden-Vorderstrangbahn zahlreiche Fäserchen, die Commissura anterior überschreitend, in das gekreuzte Vorderhorn eintreten. Die meisten dieser Fasern sind Collateralzweige aus den längsverlaufenden Nervenfasern der Pyramidenbahn. Sie lösen sich im Vorderhorne in feine Pinselchen auf, und diese Pinsel umspinnen die Ganglienzellen. Erst in der letzten Zeit ist es gelungen, auch die postulirte Verbindung mit der Pyramiden-Seitenstrangbahn sicher zu sehen. Wieder handelt es sich in der Hauptsache um Collateralen, die sich von jener Bahn lösen und in das Vorderhorn ihrer Seite direct eintreten, wo sie sich zu feinen Fasern aufsplittern.

Die Pyramidenbahn ist also eine secundäre motorische Bahn. Sie tritt durch innigen Contact ihrer Axencylinder in Beziehung zu den Ursprungszellen der primären motorischen Bahn. Schematisch habe ich Ihnen das schon früher in Fig. 10 vorgelegt.

Am reifen menschlichen Rückenmarke lassen sich diese Verhältnisse nicht erkennen. Man muss embryonale Marke, wo die Pyramiden noch marklos sind, nehmen, sie nach der schnellen Methode Golgi's mit Silber behandeln und dann Längsschnitte und Schrägschnitte anfertigen. Auf solchen gelingt es dann oft, die von den Pyramidenbahnen in rechtem Winkel abgehenden Collateralen zu sehen und in die graue Substanz zu verfolgen (vgl. Fig. 260). Diese Züge müssen später markhaltig sein; denn in Fällen von Degeneration der Pyramidenbahn findet man immer das gleichseitige Vorderhorn ärmer als normal an markhaltigen Fasern (Fürstner). Die gleichen Züge treten sehr gut hervor, wenn es gelingt, sie während ihrer Degeneration mit Osmium zu schwärzen. (Fig. 261, Schnitt 5.)

Bedeutende Schwierigkeiten stellen sich der Erforschung des Verhaltens der hinteren Wurzel entgegen.

Die Fasern der Hinterwurzel theilen sich gleich nach ihrem Eintritte alle oder fast alle in auf- und absteigende Aeste. Aus diesen entspringen

dann zahlreiche Seitenwege, die theils in die graue Substanz, theils in die Hinterstränge eintreten (s. Fig. 260).

Das Verhalten der einzelnen Wurzelantheile ist ein sehr verschiedenes, die Verhältnisse sind, soweit wir sie heute kennen, recht complicirte. Ich möchte daher ausdrücklich Sie bitten, das Folgende nur unter fortwährender Benutzung der Fig. 260 zu studiren. Diese Abbildung soll wiedergeben, was augenblicklich bekannt ist. Sie lehnt sich, namentlich was die relative Fasermenge angeht, nicht an Präparate an. Ihr Zweck ist nur der, den Text zu ergänzen.

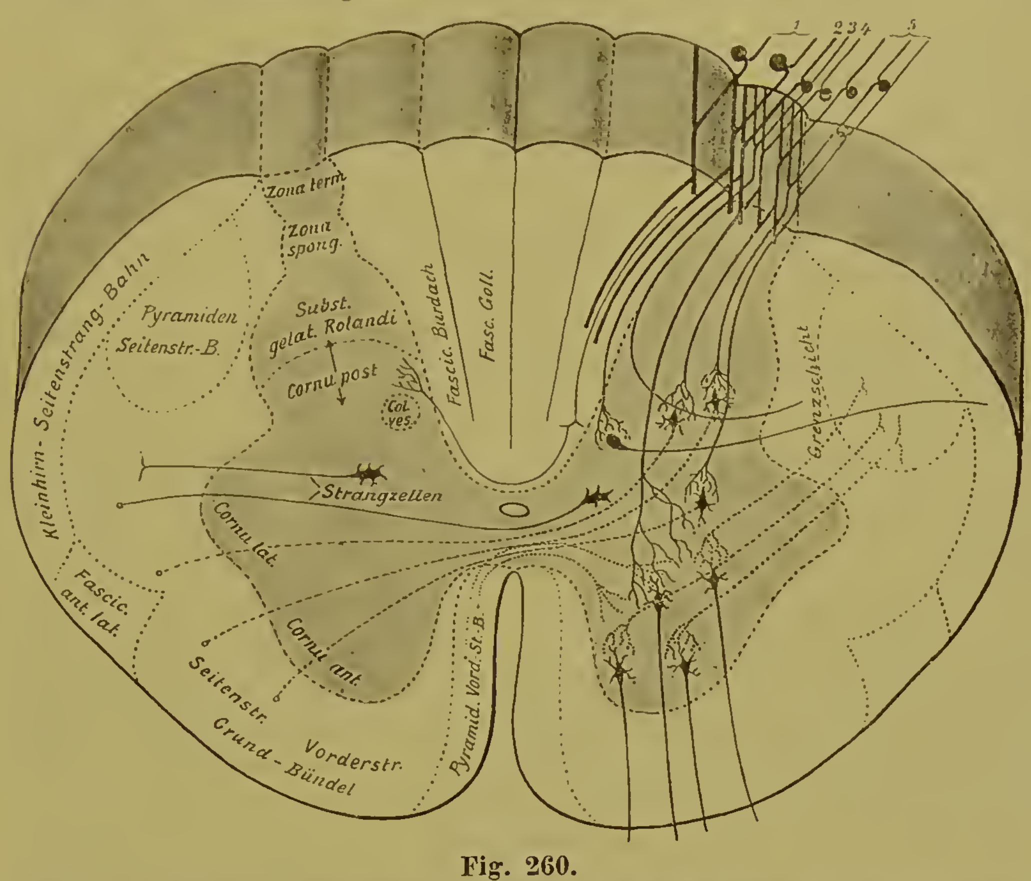


Fig. 260.

Schema eines Rückenmarksquerschnittes, in das der centrale Verlauf einiger wichtiger Züge eingezeichnet ist. Man vergleiche auch die nicht schematische Fig. 256 rechts. Die Axencylinder aus Vorderhornzellen zur hinteren Wurzel weggelassen. Bahnen erster Ordnung ausgezogen, Bahnen zweiter Ordnung punktirt.

Auf einem Querschnitte durch das Rückenmark erkennt man, dass die hintere Wurzel da, wo sie eintritt, mindestens 5 Theile unterscheiden lässt.

Die am weitesten medial gelegenen Bündel (1), zumeist aus grobkalibrigen Fasern zusammengesetzt, gelangen fast alle in der Höhe ihres Eintrittes sofort in die Hinterstränge (Wurzeleintrittszone). Sie haben schon erfahren, dass sie hier hirnwärts ziehen. Das Verhalten der Wurzel bei der secundären Degeneration, welche ihrer Durchschneidung folgt, hat gelehrt, dass eine in den Hinterstrang direct eingetretene Wurzel von der nächst höher eintretenden medialwärts ge-

drängt wird, dass so die caudalen Wurzeln oben, nahe der Mittellinie, in den Goll'schen Strängen liegen, und dass die Burdach'schen Stränge sich zum guten Theil aus solchen eintretenden und schräg aufwärts verlaufenden Wurzelfasern aufbauen (Fig. 34). Sie haben auch schon erfahren, dass während dieses Nachinnenrückens fortwährend Fäserchen an die graue Substanz abgegeben werden.

Gleich nach dem Eintritte sendet jede Faser, ehe sie cerebralwärts abbiegt, einen Zweig caudalwärts. Sein weiteres Verhalten ist erst näher bekannt, seit frische secundäre Degenerationen mit der Marchimethode studirt wurden, Schaffer, Löwenthal u. A.

Dieses Verhalten ist für die ganze Länge des Rückenmarkes typisch. Nur am Conus terminalis ändert es sich. Da nämlich hier keine sensiblen Wurzeln mehr eintreten, so giebt es da auch keine aufsteigenden Hinterstrangfasern mehr. Was von Fasern im Hinterstrange liegt, gehört absteigenden Wurzeltheilbündelchen an und dem noch zu erwähnenden Tractus cervico-lumbaris dorsalis. Am unteren Rückenmarksende hören zuerst also die Hinterstränge auf, aus den etwas längeren Seitensträngen treten noch ventrale Wurzeln ab. J. Müller.

Ein zweiter Theil (2) der Wurzel wendet sich nicht medial in die Stränge, sondern durchzieht im Bogen die weisse Substanz, um sich lateral in der Clarke'schen Säule zu verlieren, wo er um Zellen herum aufsplittert. S. Fig. 260. Einige Fasern (3) durchbrechen direct das Hinterhorn ventral von dessen Substantia gelatinosa und ziehen dann in der dem Seitenstrang angehörigen „Grenzschicht" weiter. Sie sind auf Fig. 256 deutlich.

Die eben geschilderten Antheile der Hinterwurzel liegen medialwärts von der Spitze des Hinterhornes. Lateral von ihnen liegen (4) Bündelchen starker Fasern, die sich weithin durch die Substantia gelatinosa und das Hinterhorn hindurch bis zu den grossen Zellen des Vorderhornes verfolgen lassen, um die herum sie aufsplittern. Diese Bahn wird gewöhnlich als kürzeste Reflexbahn aufgefasst. (Fig. 39.)

Weiter lateral liegen (5) Wurzelfasern, welche nach längerem oder kürzerem Verlaufe in die graue Substanz eintreten. Diese Fasern spalten sich alle, gleich nachdem sie die Peripherie der grauen Substanz erreicht haben, oder auch erst innerhalb derselben in einen auf- und einen absteigenden Ast. Manche von ihnen, namentlich starkfaserige, durchmessen erst die Substantia gelatinosa Rolandi, ehe sie sich theilen. Aus den Theilästen treten dann zahlreiche Collateralen in das Grau, besonders des Hinterhornes, wo sie sich, kleinen dünnen Pinselchen gleich, um die Zellen verästeln, welche dort liegen. Die feineren Fasern zerfallen zumeist schon an der Peripherie des Hinterhornes in ihre Theiläste. So entsteht zwischen Hinterhornspitze und Rückenmarkperipherie ein Feld, das von den auf- und absteigenden dünnen Fäserchen durchzogen wird (Randzone, Zona terminalis). Aus der Randzone gehen dann fortwährend feine Fäserchen in ein zwischen ihr und der gelatinösen Substanz liegendes Netzwerk — Zona spongiosa —, und erst

aus diesem Netze entwickeln sich dann wieder feine Züge, welche die gelatinöse Substanz durchziehen und in das Fasergewirr, welches das Hinterhorn erfüllt, gelangen. Wahrscheinlich treten sie dann in gleiche Beziehung zu den Zellen, wie die stärkeren Fasern, von denen eben die Rede war.

Es darf indess nicht aus dem Auge gelassen werden, dass Vieles, was hier vom Faserverlaufe in der Hinterwurzel mitgetheilt worden ist, beim Menschen noch nicht mit aller Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Soweit man aber hier untersucht hat, haben sich immer gleiche Verhältnisse ergeben, wie an den Säugethieren, von denen man bei der Untersuchung ausgegangen ist.

So weit lässt sich zunächst die sensible Bahn in das Rückenmark verfolgen: Als Wichtigstes ist also festgestellt, dass ein Theil in die Hinterstränge gelangt und mit diesen hirnwärts zieht, dass ein zweiter zunächst in der Clarke'schen Säule endet, und dass die Hauptmasse der lateraler liegenden Fasern nach kürzerem oder längerem Verlaufe sich um Zellen der Hinter- und Vorderhörner herum aufspaltet. Ausserdem sind Fasern bekannt, welche in die seitliche gemischte Zone gelangen, solche, welche aus dem Vorderhorne stammen, und solche, welche da enden.

Für die Fasern, welche in das Grau des Hinterhornes und der ventral von ihm liegenden Gebiete gelangen, liess sich mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit nachweisen, wie sie mit höheren Centren in Verbindung treten. Aus den Ganglienzellen, um welche sich die eintretende Wurzelfaser verästelt, entspringt eine secundäre Bahn. Ihr Axencylinder wendet sich nämlich ventralwärts und nach innen, erreicht die vordere Commissur und überschreitet sie. Dann tritt er in den Vorderstrang oder in den Seitenstrang ein, wo er centralwärts weiterzieht. Welches Gebiet des Vorderseitenstranges als das eigentlich sensorische anzusehen ist, ist noch zweifelhaft. Mir ist am wahrscheinlichsten, dass es sich um zerstreut über den ganzen Querschnitt der genannten Stränge ausgebreitete Fasern handelt. Doch spricht Manches dafür, dass speciell das Areal der Vorder- und Seitenstränge viele dieser secundären sensorischen Fasern enthält.

Wir haben also jetzt zweierlei Fortsetzungen der Hinterwurzelfasern kennen gelernt, eine directe in den Hintersträngen und eine indirecte, welche erst durch Anschluss an eine secundäre kreuzende Bahn hirnwärts gelangt. Sie werden später sehen, dass auch die ungekreuzten Fasern oben in der Oblongata durch einen Kern hindurchgehen und sich dann ebenfalls kreuzen, dass also die ganze sensible Bahn sich kreuzt.

Es wäre mir nicht möglich gewesen, dies Verhalten der hinteren Wurzelfasern zu erschliessen, wenn nicht niedere Wirbelthiere gerade hier im Rückenmarke besonders einfache, ich möchte sagen schematische Verhältnisse böten. Nachdem einmal der Nachweis an solchen geführt war, dass die Mehrzahl ihrer hinteren Wurzeln in einen aus Fasern und Zellen bestehenden Apparat im centralen Grau tritt, und dass von da

neue Bahnen nach vorheriger Kreuzung hirnwärts ziehen, war es naheliegend, beim Menschen und den Säugern nach gleichen Verhältnissen zu suchen. Die Entdeckung Ramon y Cajal's, dass die Hinterwurzeln sich um die Zellen des Rückenmarkgraues herum aufsplittern, und dass aus diesen Zellen eine sich in der Commissura anterior kreuzende Bahn entspringt, gab dann der geschilderten Auffassung noch festeren Boden.

Mit dieser neu gewonnenen Kenntniss stimmen die Erfahrungen ausgezeichnet überein, welche das Experiment und die Beobachtung am Krankenbette liefern. Wenn nämlich ein Rückenmark halbseitig durchschnitten wird, dann geht unterhalb der Durchschneidungsstelle ein grosser Theil der Gefühlsqualitäten verloren, und zwar nicht auf der gleichen Seite, sondern auf der gekreuzten. Diese Erfahrung war bisher nicht mit dem zu vereinen, was wir über die gekreuzte Fortsetzung der hinteren Wurzelfasern in den Hintersträngen wussten. Sie wird aber sofort leicht verständlich, wenn wir jetzt erfahren, dass ein ansehnlicher Theil jeder Wurzel bald nach seinem Eintritte sich durch eine Bahn zweiter Ordnung auf die andere Seite begiebt.

Man muss sich nun nicht vorstellen, dass Alles dasjenige, was in den sensiblen Wurzeln an Eindrücken dem Rückenmarke zugeführt wird, identisch ist mit dem, was wir gewöhnlich „Empfinden" nennen. Damit ein Eindruck zum Bewusstsein komme, genügt es nicht, dass er dem Rückenmarke zugeleitet werde, es muss auch von der Stelle, wo die betreffende Bahn endet, eine Verbindung zur Hirnrinde führen. Nun aber ist gar kein Zweifel, dass solcher Verbindungen nur ganz wenige sind, dass, wenn man die Gesammtzahl der Hinterwurzelfasern etwa in Betracht zieht, die Zahl der centralen Verbindungen dagegen verschwindend klein ist. Das allein schon ermöglicht den Schluss, dass wohl zahlreiche sensorische Eindrücke dem Rückenmarke zukommen, dass aber nur von einigen wenigen wir deutliche Kenntniss bekommen. Die Organe des Körpers sind alle, wie gerade wieder neuerdings die Silbermethode zeigt, von einer ungeahnt grossen Fülle von Nerven durchzogen, und deren Anordnung und Verlauf, ihre Beziehungen zu Gefässen und Drüsen, zu Muskelfasern und auch zu Knochen und Zahnbein macht es mehr als wahrscheinlich, dass hier ein mächtiger Apparat vorliegt, der wesentlich der Regulation von Eindrücken und der Sensomobilität (Exner) dient. Das wird nun fast immer vergessen, wenn die Ergebnisse von Durchschneidungsversuchen einzelner Stränge analysirt werden. So gut wie immer wurden bisher nur die allergröbsten Gefühlsqualitäten geprüft. Desshalb sind jetzt, wo wir die anatomischen Verhältnisse im Rückenmarke so viel besser kennen als früher, die Ergebnisse der bisher angestellten physiologischen Versuche nur mit besonderer Vorsicht zu verwerthen; dagegen scheint mir, dass neue Untersuchungen an Menschen mit totalen oder partiellen Rückenmarkstrennungen sehr erwünscht wären, weil eben die Thiere nur auf die allergröbste Weise Eindrücken gegenüber reagiren werden, die ihnen nicht gerade Schmerz machen. Sicher wissen wir bis heute nur, dass die Hinterstrangbahn nicht die Gefühle leitet, welche wir cortical als tactile empfinden, und sehr wahrscheinlich ist, dass diese von dem in die graue Substanz eintretenden Abschnitte, welcher bald seine secundäre Fortsetzung findet, weitergeleitet werden. Mit eben diesem Abschnitte müssen auch die centralen Bahnen verlaufen, welche uns über Temperatur- und Druckempfindungen Auskunft geben.

In den Hintersträngen verlaufen vermuthlich Bahnen, welche einerseits durch ihre Kleinhirnverbindungen, andererseits durch eine Grosshirnverbindung mit den sogenannten motorischen Rindencentren irgendwie auf die sensorische Regulirung der Bewegungen und den Muskeltonus Einfluss haben.

Nun hätten wir noch jenes Antheiles der hinteren Wurzel zu gedenken, der sich um die Zellen der Clarke'schen Säule aufsplittert. Er hat mit der Leitung des Hautgefühles, wie die Ergebnisse der Pathologie zeigen, wahrscheinlich nichts zu thun. Die secundäre Bahn aus der Clarke'schen Säule geht nicht in die allgemeinen Bahnen des Gefühles weiter oben ein. Es handelt sich um Fasern, welche seitlich aus der grauen Substanz austreten und an die Aussenseite des Markes gelangen. Als Kleinhirn-Seitenstrangbahn verlaufen sie zum Cerebellum. Diese Fasern sind wahrscheinlich von Wichtigkeit für die Coordination unserer Bewegungen. Denn nicht nur sieht man nach Kleinhirnleiden Gang und Haltung oft uncoordinirt werden, auch bei der Tabes dorsalis, wo die hochgradigste Ataxie vorkommt, sind gerade die Fasern der Hinterstränge und die Columna vesicularis degenerirt, ist also ein Theil der Bahnen zum Kleinhirne unterbrochen.

Die anatomischen Verhältnisse, welche durch den Eintritt der hinteren Wurzel in das Rückenmark bedingt werden, sind also, wie Sie sehen, sehr viel complicirtere als die, welche durch die Vorderwurzel geschaffen werden. Zudem sind sie uns auch erst zum Theil bekannt. Wahrscheinlich existiren noch andere, bisher nicht genannte Fasercategorien.

Ein grosser Theil des Rückenmarkweiss wird von den Ausläufern der Strangzellen gebildet. Es sind das, wie Sie sich erinnern, multipolare, weit verbreitete Zellen, die einen Axencylinder in den gleichseitigen oder in den gekreuzten Vorderseitenstrang entsenden (Fig. 40 u. 253). Dort theilt er sich in einen auf- und absteigenden Ast. Diese Aestchen verlaufen eine Strecke weit in den Vorderseitensträngen, dann geben sie Collateralen ab, welche sich frontal wieder in die graue Substanz einsenken und dort um andere Zellen herum aufsplittern. Die Zellen verbinden also durch ihre Ausläufer Rückenmarksgebiete, welche frontal und caudal von ihnen liegen, sind also wohl geeignet, als Substrat für die lange angenommenen Bahnen zu dienen, welche einzelne Höhen unter einander verknüpfen.

Irgend einem Reize, der aus der Peripherie in das Rückenmark kommt, stehen eine grosse Menge von Verbreitungswegen offen. Es giebt zunächst eine Anzahl von Hinterwurzelfasern, welche direct voran in das Vorderhorn ziehen und um dessen Zellen aufsplittern. Diese sind wohl geeignet, jene Zellen mit den Reizmomenten zu „laden", oder bei genügend hohen Reizen auch sofortige Entladung von motorischen Reflexen hervorzurufen. Durch vorgebildete und auf dem Wege der Einübung erworbene Bahnen stehen aber die motorischen Zellengruppen wieder unter sich in functionell associirter Verbindung, und diese Verbindung ist wohl derart beschaffen, dass ein einzelner Reiz in der Lage ist, eine ganze Functionsgruppe gleichzeitig zur Entladung zu bringen. So können Reflexe bestehen aus einzelnen Muskelbewegungen und auch aus scheinbar sehr complicirten Actionen.

Die anatomische Unterlage der Associationen bilden ausser den Dendriten namentlich jene Strangzellen mit ihren Fortsätzen. Es hat gar keine Schwierigkeit, anzunehmen, dass ein Reiz, der in das Rückenmark gelangt, auf dem Wege

durch jene Zellen sich über verschiedene Höhen ausbreitet und so motorische Muskelkerne der mannigfachsten Lage zu einer gemeinsamen Action zusammenfasst. Exner u. A.

Durch alle diese Fasern und Zellausläufer entsteht im Rückenmarkgrau ein ausserordentlich complicirtes Flechtwerk. Seine Entwirrung ist nur durch Anwendung all der Methoden gelungen, deren früher gedacht wurde. Am reifen, etwa nach Weigert gefärbten Rückenmarke ist sie ganz unmöglich.

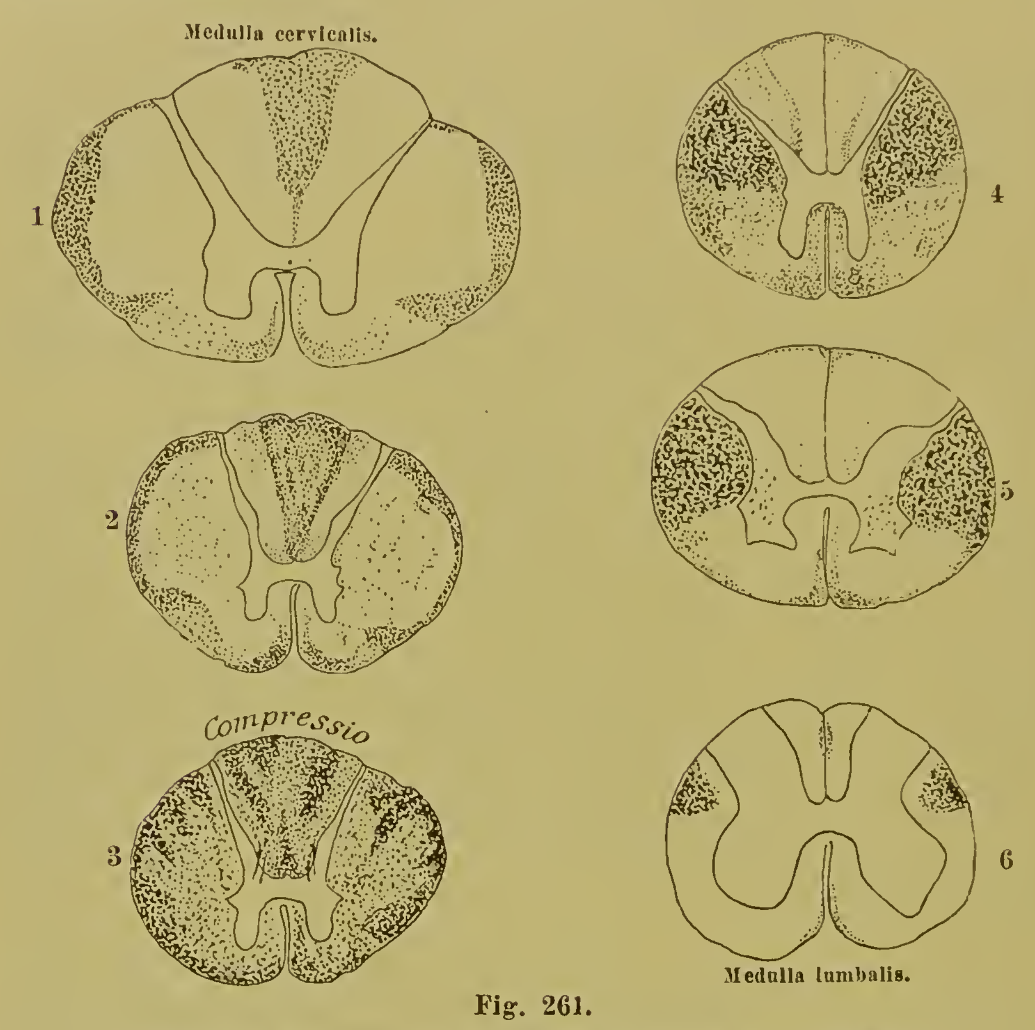


Fig. 261.

Compression des Rückenmarkes in der Höhe des 7. Dorsalnerven. Aufsteigende Degeneration links, absteigende an den Schnitten rechts. Die Zerfallproducte durch Ueberosmiumsäure (Marchimethode) geschwärzt. Nach Hoche.

Wendet man z. B. die Marchimethode auf Fälle von Querdurchtrennung des Rückenmarkes an, so erhält man ein Bild der secundären Degeneration, das so viel complicirter ist, als es nach meiner Darlegung in der vorigen Vorlesung schien, dass es wohl zweckmässig ist, wenn Sie dem hier abgebildeten, von Hoche beschriebenen Falle noch kurz Ihre Aufmerksamkeit schenken.

Die Compressionsstelle liegt in der Gegend des 7. Dorsalwirbels. Hier ist die Entartung, wie sie durch die osmiumgeschwärzten Punkte sich verräth, un-

gleichmässig fleckig. Rückwärts, nach dem Lumbalmarke zu, zerfallen dann die Pyramiden in ihre Vorder- und Seitenstrangbahnen. In den Seitensträngen degeneriren auch noch zahlreiche Bündel längeren und kürzeren Verlaufes, die den Associationssystemen verschiedener Länge angehören. Im Allgemeinen liegen die Fasern kürzeren Verlaufes näher an der grauen Substanz, diejenigen längeren Verlaufes weiter ab von derselben. Naturgemäss sind diese Associationsbahnen dicht über und dicht unter der Compressionsstelle am stärksten entartet, weiter von der Unterbrechung entfernt, findet man nur noch wenig, eben die längsten. In den Hintersträngen direct lateral von den Goll'schen Strängen ziehen eine längere Strecke hinab die absteigenden Bündel derjenigen Wurzelfasern dahin, die gerade von der Compression getroffen worden sind. Ihre auf dem Schnitte kommaförmige Figur — Schultze'sches Komma — liegt natürlich etwas verschieden, je nach der Wurzel, die gerade unterbrochen ist. Die Bahn, innerhalb welcher auch endogene Fasern verlaufen, konnte, ehe sie in das Grau eintauchend verschwindet, von Hoche bis über 8 Wurzellängen verfolgt werden.

Zu den absteigend degenerirten Systemen gehört noch ein zarter Faserbeleg direct auf der Dorsalseite der Hinterstränge. Im Lumbalmarke wendet er sich hinein in das Septum medianum und liegt nun dicht jenem an als „ovales Feld“ — Flechsig. Er kann bis in den Conus terminalis verfolgt werden. So ist das Ende des langen Zuges wohl bekannt, nicht aber sein Anfang, da der Tractus bisher nur in die Höhe des Cervicalmarkes verfolgt ist. Vorläufig wird es zweckmässig sein, den langen Zug sehr dicker Fasern als Tractus cervico-lumbalis dorsalis zu bezeichnen.

J. Müller, welcher im Conus diese Fasern zu den grossen von ihm beschriebenen „Intermediärzellen“ treten sah, hält es für wahrscheinlich, dass der ganze Strang oder ein Theil desselben die Fasern für die Innervation von Blase und Mastdarm enthalte. Die klinischen Erfahrungen sprechen für diese Auffassung.

Alle Fasern, welche von der einen zur anderen Seite kreuzen, passiren die vordere oder die hintere Commissur.

Sind auch die Bestandtheile dieser Commissuren jeder an seinem Orte bereits erwähnt, so ist es doch zweckmässig, sie noch einmal mehr topographisch zusammenzufassen.

Es verlaufen also in der Commissura anterior (vgl. Fig. 260):

1. Zur Vorderwurzel gehörig: Fasern aus Kernen zur gekreuzten Wurzel, Collateralen der Pyramiden-Vorderstrangbahn, zahlreiche Dendritenfortsätze aus benachbart liegenden Vorderhornzellen.

2. Aus den Zellen, um welche sich die Hinterwurzel aufspaltet, die secundäre sensorische Bahn.

3. Aus den Strangzellen: zahlreiche Axencylinderfortsätze zum gekreuzten Vorder- und Seitenstrang.

Von der hinteren Commissur wissen wir sehr viel weniger. Sicher enthält sie markhaltige Nervenfasern, und sicher entstammen diese der hinteren Wurzel und auch Gebieten, in welche Hinterwurzelfasern eintreten.

Bei Föten verschiedener Säuger sind je nach der untersuchten Thierart wechselnde Verhältnisse dieser Commissur gefunden worden. So lassen sich z. B. beim Hunde drei verschiedene Abtheilungen der Commissurfaserung unterscheiden, bei der Kuh nur zwei u. s. w.

Schlussübersicht.

Nun, meine Herren, nachdem Sie mit mir den langen Weg gewandert sind, der alle die Einzelbestandtheile des Rückenmarkes vorführte, wird der Wunsch bestehen, noch einmal einen Blick auf das Ganze zu werfen.

Haben wir zu Anfang dieser Betrachtungen den Rückenmarksquerschnitt untersucht, einfach wie er sich am reifen Organ darstellt, haben später die Bilder von der Markscheidenentwicklung Ihnen gezeigt, wie vielfach verschiedene Systeme in den anscheinend gleichartigen weissen Strängen enthalten sind, so gilt es jetzt, diese Bilder noch einmal zu betrachten, nachdem wir Kenntniss genommen von dem, was die secundären Degenerationen gelehrt haben. Lassen Sie uns also am Schlusse dieser Vorlesung über das Rückenmark einmal einen idealen Querschnitt betrachten, in den alle Einzelstränge, welche wir heute einigermaassen sicher kennen, eingezeichnet sind.

Dabei wird sich dann Gelegenheit finden auf einzelne Züge, die bei der Rückenmarkbeschreibung noch nicht erwähnt wurden, Ihnen aber aus früheren Vorlesungen mehr oder weniger bekannt sind, kurz einzugehen.

1. Die graue Substanz in der Mitte mit dem Querschnitt der Dorsal- und der Ventralsäulen enthält im Wesentlichen den Eigenapparat des Rückenmarkes. In ihr und in den Fasern, welche ihre Antheile verbinden — endogene Fasern — ist die Unterlage für die mannigfachen Thätigkeiten gegeben, die vom Rückenmarke allein resortiren, hier liegen die motorischen Nervenkerne, aus denen die ventralen Wurzeln entspringen, hier liegen die Endstätten für einen Theil der aus den Spinalganglien eintretenden sensiblen Bahnen.

2. Fasern, die aus der grauen Substanz heraus in die Stränge treten, um nach längerem oder kürzerem Verlaufe wieder dahin zurückzukehren, sind über alle Stränge verbreitet. Die kürzeren dieser Associationsbahnen liegen dicht benachbart dem Grau namentlich im dorsalen Hinterstrangfelde, in der seitlichen Grenzschicht aber auch über die ganzen Vorderseitenstränge und die Seitenstränge überhaupt vertheilt.

3. Der weitaus grösste Theil der Hinterstränge besteht aus den hirnwärts aufsteigenden Antheilen von dorsalen Wurzelfasern. Jede derselben sendet einige absteigende Fäserchen für eine kurze Strecke im mittleren Theil des äusseren Hinterstrangantheiles spinalwärts. Der „kommaförmige Querschnitt" an dieser Stelle zeigt ihre Lage an.

Das ovale Feld, der Tractus cervico-lumbalis dorsalis, mitten zwischen den Hintersträngen, welcher im Lendenmarke an ihre dorsale Peripherie gelangt und im Conus verschwindet, ist seinem Ursprung nach noch nicht sicher bekannt. Es degenerirt caudalwärts.

4 Die Verbindung des Rückenmarkes mit dem Grosshirne geschieht durch die Tractus cortico-spinales. In den dorsalen Seitenstranggebieten liegt ihr gekreuzter, in den inneren Vorderstrangtheilen ihr ungekreuzter Antheil.

Ganz dicht an der Medianebene sehen Sie in den Vordersträngen innerhalb der gekreuzten Tractus cortico-spinales ein ovales kleines Feld abgegrenzt: Fasciculus sulco-marginalis. Es soll nach Marie frei bleiben, wenn diese Tractus im Grosshirn unterbrochen werden, aber entarten, wenn sie innerhalb des Nachhirnes betroffen werden.

5. Die Rückenmarksverbindung mit dem Kleinhirn wollen Sie an dem lateralen Theil der Seitenstränge aufsuchen, wo ein dorsaler zweifellos aus dem Kern der Clarke'schen Säule stammender und direct zum Cerebellum ziehender Antheil von einem mehr ventralen zu sondern ist, dessen Rückenmarksursprung uns noch nicht bekannt ist.

6. Der Rückenmarksverbindung mit dem tiefen Mark der

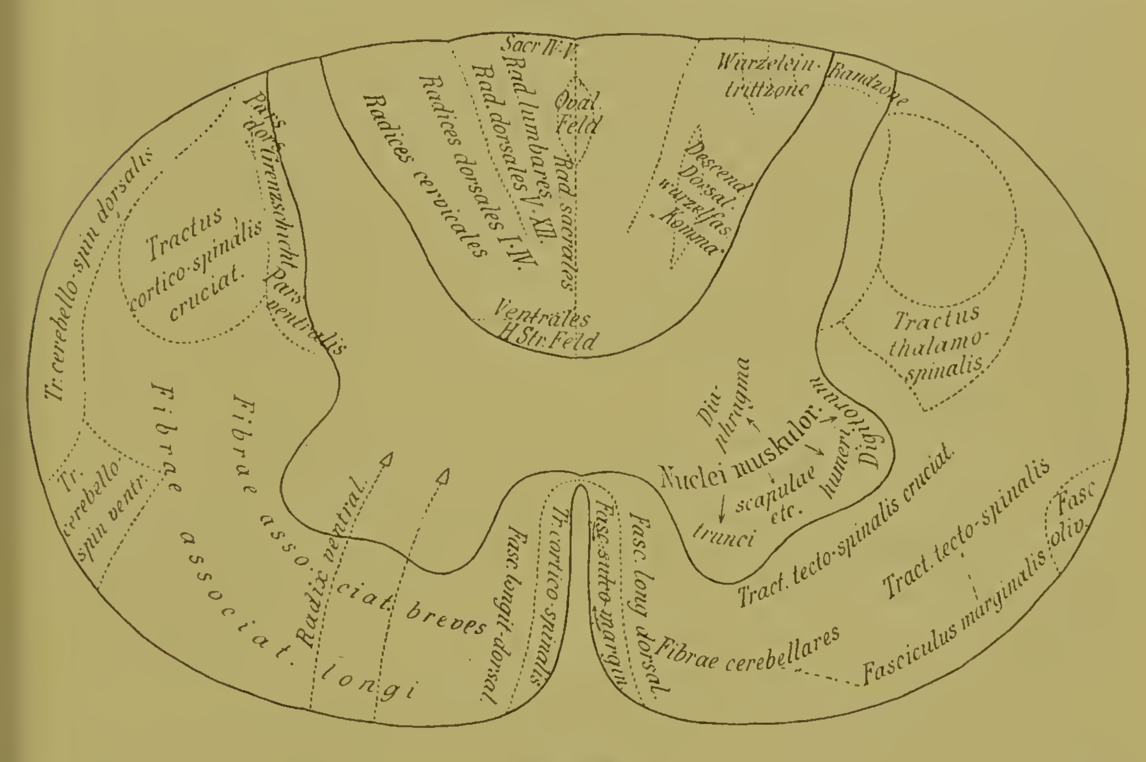


Fig. 262.

Uebersicht der einzelnen Bahnen, welche auf einem Querschnitte durch das Halsmark abgeschieden werden können.

Im Wesentlichen nach den Ergebnissen der Entwicklungsgeschichte und der secundären Degenerationen.

Vorhügelgegend ist im früheren Texte noch nicht gedacht, weil es sich um relativ geringe Faserantheile handelt. Sie erinnern sich aber, dass diese Tractus tecto-spinales bei den niederen Vertebraten einen keineswegs unbedeutenden Zuwachs zum Rückenmarksquerschnitt darstellen. Der Tractus tecto-spinales giebt es gekreuzte, die wir etwa in dem Halbmond zu suchen haben, welcher das Vorderhorn umgiebt, und ungekreuzte, die etwas weiter lateral in den Seitensträngen liegen. Von beiden ist der Gesammtverlauf durch Thierversuche, Boyce, ermittelt, von beiden sind aber auch gelegentlich Degenerationen am Menschen schon gesehen. Sie bilden wohl mit den Tractus thalamo-spinales

zusammen die centrale sensorische Bahn, erhalten also Fasern aus den Endstätten der sensiblen Wurzeln.

7. Aus den sensiblen Endkernen in dem centralen Grau ziehen, wie Sie sich erinnern, kreuzende Fasern durch die ventrale Commissur in die Vorderseitenstränge. Ein Theil dieser Fasern gelangt wahrscheinlich in den Thalamus. Bereits kennen wir einen Tractus thalamo-spinalis bei niederen Vertebraten, neuerdings ist ein solcher auch bei Säugern nachgewiesen worden (Held). Dieses in mittleren Abtheilungen des Seitenstranges liegende dünne Bündel ist schon im Lendenmarke nachweisbar. Für seine Homologisirung mit der centralen sensorischen Bahn spricht vor Allem der Umstand, dass aus den Kernen der Hinterstränge ganz ebenso ein Zug entspringt, welcher gleich dem besprochenen, in ventralen Thalamuskernen endet.

8. Eine weitere Verbindung des Rückenmarkes mit dem Zwischenhirne oder frontalsten Abschnitten des Mittelhirnes wird durch Vorderstrangfasern gebildet, welche im dorsalen Längsbündel dahin verlaufen. Auch diese sind Ihnen von den niederen Vertebraten her bekannt, für die Säuger ist ihr Endbezirk noch nicht mit aller wünschenswerthen Sicherheit degenerativ festgestellt. Ob aus dem Deiters'schen Kerne Fasern innerhalb des dorsalen Längsbündels bis zum Rückenmarke hinab gelangen — Figur 242, ist der Verlauf punctirt eingezeichnet —, das ist noch unsicher.

9. Sicher aber zieht, wie das schon bei der Beschreibung des Kleinhirnes erwähnt wurde, eine directe Bahn, Monakow, aus dem Deiters'schen Kerne, der, wie Sie sich erinnern, zu so vielen Hirnnerven und zum Tonusapparat Nachbar- und Contactbeziehungen hat, in das Rückenmark herunter. Ihre Fasern sind in dem Areal des Vorderseitenstranges zerstreut zu finden, welches von den vorderen Wurzeln durchzogen wird. Sie liegen dem ventralen Rückenmarksrande nahe.

10. Der grösste Theil der Vorderseitenstränge wird, wie Sie wissen, von Associationsbahnen eingenommen. Einige von diesen ragen bis in die Substantia reticularis der Oblongata hinauf. Man findet desshalb nach Herden, welche diese zerstörten, oft absteigend degenerirte Bahnen ventral von dem Pyramidenstrange entartet. Die langen Associationsbahnen sind nach den Untersuchungen von Hoche, die von Flatau auf anderem Wege bestätigt wurden, so angeordnet, dass die Stücke, welche nur kleine Entfernungen verbinden, der grauen Substanz dicht anliegen, während Bahnen, die entferntere Gegenden verknüpfen, mehr und mehr an die Peripherie rücken. Es ist das also ganz ebenso wie bei den subcorticalen Associationsbahnen.

11. Im Halsmarke liegt an der Peripherie der Vorderseitenstränge ein Bündel, das von Bechterew bis in die laterale Umgebung der unteren Olive verfolgt worden ist. Bis dahin hat man auch schon nach seiner Durchtrennung aufsteigende Degenerationen verfolgt. „Dreikantenbahn des Halsmarkes“, Tractus olivaris.

An der vorderen Peripherie des Rückenmarkes liegen, wie Sie sehen, eine ganze Anzahl von sehr langen Fasercategorieen beisammen. Bei sehr hohen Querschnittunterbrechungen entarten sie zu gutem Theile absteigend und bilden dann ein diese Peripherie umgreifendes Querschnittfeld, das man auch als Fasciculus marginalis, Randbündel, bezeichnet hat.

Die anatomischen Verhältnisse des Rückenmarkes, soweit sie makroskopisch zu ermitteln waren, haben Burdach, Sömmering und J. Arnold festgestellt. Die Verbindung der grauen Substanz der Vorderhörner mit den vorderen Wurzeln hat zuerst Bellingeri, die der Hinterhörner mit Fasern der Hinterwurzeln Grainger erkannt. Der feinere Bau des Rückenmarkes ist aber erst durch B. Stilling erschlossen worden, dann haben Kölliker, Goll, Deiters, Gerlach, Clarke und Andere in Vieles neue Klarheit gebracht. Den Arbeiten von Türk, Flechsig, Charcot, Gowers verdanken wir den grössten Theil dessen, was wir über den Faserverlauf in der weissen Substanz bis vor Kurzem wussten. Es ist aber dann durch die Arbeiten von His, Golgi und S. Ramon y Cajal (Collateralen, Aufsplitterung des Axencylinders u. A.), durch Studien von Kölliker, Gehuchten, Lenhosseck, deren zum Theil ja in der einleitenden Vorlesung schon Erwähnung geschehen ist, ein ganz bedeutender Fortschritt in der Kenntniss des Rückenmarkes geschaffen worden. Ausserdem haben Singer und Münzer, Löwenthal, Mott, Schaffer, Boyce, Hoche, Bruce, Bechterew, Tschermak und Andere in den letzten Jahren über Vieles wichtige Aufklärung gebracht und verdanken wir Waldeyer neben manchen neuen Thatsachen eine kritische Revision unserer Kenntnisse.

Das Bild von den wichtigsten Faserbahnen im Rückenmark, das ich Ihnen heute vorlege, könnte noch um vieles feiner ausgeführt, noch mit manchem hochinteressanten Detail verziert werden. Schon sind wir aber an so manche Stelle gerathen, wo unser Wissen unsicher wird, und getreu der Grenze, die diese Vorlesungen sich stecken mussten, will ich da abbrechen, wo die Fülle eruirter Details und sich widersprechender Meinungen der Autoren noch nicht gestatten, dem Lernenden präcise Bilder vorzuführen.

In der Vorrede zu seinem grossen Werke über den Bau des Rückenmarkes sagt Stilling: „Wir dürfen, um mit dem edlen Burdach zu reden, nicht vergessen, dass wir bei der Erforschung des Rückenmarkbaues in ein Wunderland reisen, welches wir noch so wenig wahrhaft kennen: so mögen wir nur auf Ströme und Berge den Blick heften, um eine klare Uebersicht des Ganzen zu erlangen, und es den Nachfolgern überlassen, jeden Bach zu verfolgen und bei jeder Anhöhe zu verweilen."

Neununddreissig Jahre sind verflossen, seit mit jener Vorrede eines der inhaltsreichsten Bücher in die Welt ging, mit dem je die anatomische Wissenschaft beschenkt wurde, und noch sind wir gar weit von dem Ziele entfernt, noch lange wird es dauern, bis jene Generalstabskarte wird gezeichnet werden können, von der Burdach und Stilling träumten.

Im Rückenmarke liegen physiologisch weit verschiedene Fasern eng beisammen; die als Centralorgane zu betrachtenden Zellen sind dicht umgeben von peripheren Leitungen. Es wird Ihnen daher begreiflich erscheinen, dass es äusserst schwer ist, die Folgen zu ermitteln, die Symptome festzustellen, welche bei Erkrankung oder Zerstörung eines dieser Componenten des Rückenmarkes auftreten.

Dennoch hat genaue Beobachtung am Krankenbette und am Sectionstische uns manches hierher gehörige gelehrt. Eine Anzahl von Rückenmarkskrankheiten befallen immer nur bestimmte Theile des Markes, immer nur einzelne Stränge oder gewisse Gruppen von Ganglienzellen und lassen die übrigen Theile des Querschnittes entweder für immer oder doch für lange Zeit intact. Die Beobachtung solcher Formen wird natürlich für die uns beschäftigende Frage von grösster Wichtigkeit sein. Dann erlauben Verletzungen, Durchschneidungen, Compressionen des Markes, wie sie durch Caries der Wirbel und durch Tumoren zu Stande kommen, oft wichtige Schlüsse.

Viel weniger als durch die Pathologie lässt sich durch den Versuch am Thiere ermitteln. Die nöthigen Eingriffe sind, verglichen mit den pathologischen Processen im Verhältnisse zu dem feinen Mechanismus den sie treffen, recht grober Natur.

Es kann natürlich in diesen Vorlesungen nicht unsere Aufgabe sein, die reichen Ergebnisse, welche wir zahlreichen Forschungen über die Pathologie des Rückenmarkes verdanken, auch nur kurz zu resumiren. Eine Reihe vortrefflicher Bücher führen Sie ja in dies Gebiet ohne allzugrosse Schwierigkeit ein.

Nur einige besonders wichtige oder besonders sichergestellte Punkte seien erwähnt.

Erkrankungen der Hinterstränge machen verschiedene Symptome je nach der Stelle, wo sie die Stränge treffen. Zerstörungen der eintretenden hinteren Wurzeln müssen die ganze in diesen verlaufende Gefühlsbahn unterbrechen und nicht nur den Verlust jeder Art von Gefühl, sondern auch den der Reflexe, die ja durch die sensible Bahn vermittelt werden, nach sich ziehen. Auch die Sehnenreflexe schwinden dann. Degenerationen der Hinterstränge verlaufen mit geringen Störungen des Hautgefühles, es scheint immer das Muskelgefühl zu leiden. Die motorische Kraft erleidet durch Erkrankung der Hinterstränge keine Einbusse, wohl aber bis zu gewissem Grade der Muskeltonus.

So wie nach Durchschneidung einer Wurzel ihr Areal ausfällt, so tritt auch nach Zerstörung der grauen Substanz, in welcher die Wurzel zu gutem Theile endet, eine segmentäre Anästhesie auf der gleichen Seite ein. Sie erstreckt sich, wenn nur die graue Substanz des Hinterhornes erkrankt ist — bei intramedullären Blutungen, Syringomelie z. B. — im Wesentlichen auf die Schmerz- und Temperaturempfindungen. Innerhalb der grauen Substanz müssen die betreffenden Bahnen kreuzen, denn es wird bei halbseitiger Läsion die ganze unterhalb des Schnittes auf der nicht lädirten Seite liegende Körperregion für die erwähnten Erfindungsqualitäten mehr oder weniger unempfindlich. Mancherlei Erfahrungen, aber auch die Thierexperimente sprechen dafür, dass die gekreuzten Fasern in demjenigen Theile des Seitenstranges hirnwärts ziehen, welcher der Pyramidenbahn ventral anliegt.

Die Faserbahnen, welche die Tast- und Druckreceptionen der Haut zum Rückenmarke leiten, müssen zunächst zum Theil in den Hintersträngen, zum Theil in der grauen Substanz verlaufen. Die Erfahrungen, welche man bei der Halbseitenläsion gemacht hat, sind merkwürdig ungleichmässig. Meistens ist die gekreuzte Körperhälfte für die erwähnten Sinnesqualitäten unempfindlich, aber zuweilen ist sie es auch nicht, ausserdem sind wiederholt auf der Seite der Verletzung selbst Anästhesieen, welche sich auf das ganze caudaler liegende Gebiet erstrecken, beobachtet worden. Es scheint desshalb, als wäre die Bahn für Druck- und Tastsinn doppelseitig vertreten, gekreuzt und gleichseitig. Dann verläuft wahrscheinlich der ungekreuzte Theil in den Hintersträngen, der kreuzende durch die graue Substanz nach den Seitensträngen der anderen Seite.

Wenn wir der Einfachheit halber einen Augenblick annehmen, dass nur eine Art von recipirenden Wurzelfasern existire, so können wir uns leicht ein über-

sichtliches Schema wie in Figur 263 zeichnen, welches sehr lehrreich die Ausfallerscheinungen erkennen lässt, welche nach halbseitiger Rückenmarkdurchschneidung auf sensiblem Gebiete beobachtet werden. Die Beobachtung hat gelehrt, dass daneben noch — auf bisher unbekannte Weise — andere Symptome zu Stande kommen, so namentlich eine Ueberempfindlichkeit auf der Seite, welche der anästhetischen gegenüber liegt, also auf der Schnittseite selbst. Sie ist möglicherweise nur eine Art Gleichgewichtsstörung des Receptionsapparates.

Der Umstand, dass schon bei halbseitigen Herden im Rückenmarke doppelseitige Gefühlsstörungen vorkommen, eine segmentäre im Wurzelfelde und eine diffuse in der unterhalb der Erkrankung liegenden Körperregion, macht Rückenmarksläsionen unterscheidbar von cerebralen und hysterischen, bei denen ebenfalls einseitige Anästhesie vorkommt, aber immer die Störung des zur Anästhesie gekrenzten Wurzelfeldes fehlen wird. Auch manche periphere Affection, die sonst schwer als solche zu erkennen wäre, lässt sich abscheiden, wenn jenes Zusammentreffen fehlt.

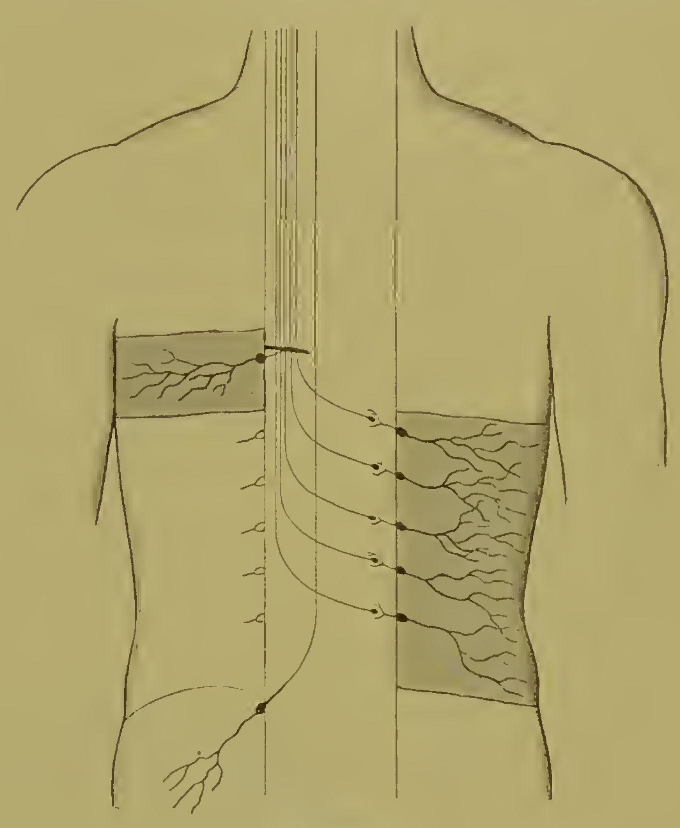


Fig. 263.
Schema einer Halbseitenläsion. Auf der Seite des Schnittes fällt das Wurzelareal der direct durchschnittenen Wurzel aus, auf der gegenüberliegenden entsteht ausgebreitete Anästhesie, weil die gesammten von da centralwärts ziehenden Bahnen unterbrochen sind.

Wenn die graue Substanz der Vorderhörner von einem krankhaften Processe zerstört wird, dann tritt, ganz wie bei Zerstörung peripherer Nerven, Lähmung in den Muskeln ein, welche ihre Nervenfasern aus der betreffenden Stelle beziehen. Dieser Lähmung gesellt sich ungemein rasch Atrophie der gelähmten Muskeln zu. Auch darin ist sie der peripheren Lähmung ähnlich, dass die Muskeln auf den elektrischen Strom meistens bald so reagiren, als ob ihr zuleitender Nerv durchschnitten sei. Da der Nerv und seine Aufsplitterung im Muskel nur Ausläufer der Zelle sind, so bietet die Erklärung dieses Verhaltens keine Schwierigkeit.

Man wird aus dem geschilderten Symptomencomplexe immer eine Erkrankung der motorischen Bahn erster Ordnung diagnosticiren dürfen.

Ganz andere Erscheinungen treten ein, wenn die motorische Bahn zweiter Ordnung, die Tractus cortico-spinales, unterbrochen wird.

Erkranken die Pyramidenbahnen, so werden die willkürlichen Bewegungen gestört oder unmöglich. Ausserdem gerathen die gelähmten oder auch nur geschwächten Muskeln in dauernde Spannungszunahme, neigen zur Contractur und sind auf mechanische Reize sehr viel mehr als in normalem Zustande erregbar.

Immer, wenn Sie diese Symptome allein oder einem anderen Symptomencomplexe beigemischt finden, dürfen Sie mit aller Sicherheit eine Betheiligung der Pyramidenbahn an der Erkrankung annehmen. Nicht so selten hat einseitige Unterbrechung der Pyramidenbahn doppelseitige Erscheinungen von Parese und Spannungserhöhung der Muskeln zur Folge.

Es kommen Combinationen von Erkrankung der primären mit solcher der secundären motorischen Bahn vor. Die bestbeobachtete ist die amyotrophische Lateralsklerose. Hier entspricht den klinischen Erscheinungen: Parese, Spasmen, Muskelatrophie, der anatomische Befund: Erkrankungen der Pyramidenbahn und der Vorderhornzellen.

An dem nachstehenden Schema (Fig. 264), welches den Zusammenhang von centraler und peripherer motorischer Bahn darstellt, können Sie sich diese Verhältnisse leicht einprägen.

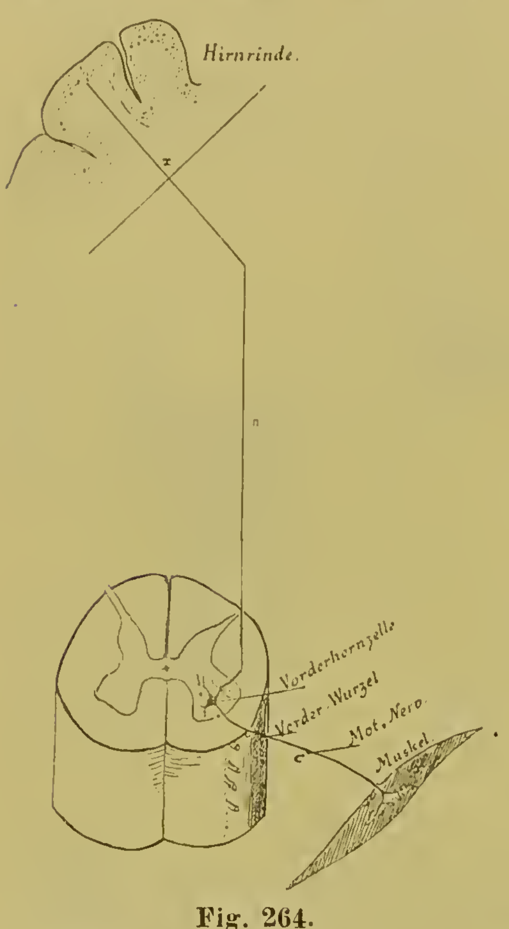


Fig. 264.

Schema der Innervation für einen Muskel.

Eine Erkrankung, welche sich in der Linie x a c, resp. in den von ihr repräsentirten Fasern localisirt, führt zur Lähmung. Wenn sie vor der Ganglienzelle die Leitung unterbricht, also bei x oder a, trägt sie den Character einer centralen Lähmung ohne Atrophie und geht häufig dadurch, dass wahrscheinlich andere Bahnen für xa eintreten, in Besserung, resp. Heilung über. Wird aber die Linie x a c in der Ganglienzelle oder irgendwo in c unterbrochen, so tritt nicht nur Lähmung, sondern auch Schwund der gelähmten Fasern und Atrophie der von ihnen versorgten Muskeln ein. Dadurch wird die Aussicht auf Wiederherstellung der gelähmten Partieen eine sehr geringe. Zuweilen tritt nach langdauernder Unterbrechung von xa auch allmählich Betheiligung von c auf. Das ist aber selten. Unterbrechung der Bahn a führt auch zu absteigender Degeneration von der Unterbrechungsstelle bis zur Höhe des betreffenden Vorderhornes.

Als ein Beispiel für Lähmung und Muskelschwund, wie sie nach Erkrankung der Vorderhörner auftreten, erwähne ich die „spinale Kinderlähmung". Dort tritt ganz plötzlich complete Lähmung einzelner Muskelgruppen auf, und rasch folgt ihr Schwund der Muskelsubstanz. Die Untersuchung des Rückenmarkes ergiebt dann Erkrankungsherde, welche die graue Substanz der Vorderhörner getroffen haben. Auch die Nerven, ja die Wurzeln selbst werden allmählich atrophisch.

Die Mehrzahl der Bahnen für die Gefässinnervation verläuft ungekreuzt, wahrscheinlich im Vorderseitenstrange, den sie mit den vorderen Wurzeln erreicht (Kocher). Für die Blasen- und Mastdarminnervation müssen wir nach den klinischen Beobachtungen des gleichen Autors eine doppelseitige Innervation annehmen. Es ist, wie oben mitgetheilt wurde, sehr möglich, dass diese in den beiden Tractus cervico-lumbalis dorsalis zu suchen ist.

Mit dem 7. Cervicalnerven und mit einigen höheren Wurzelfasern treten aus dem Sympathicus Fasern in das Rückenmark, welche bei der Innervation des Auges und der gleichseitigen Gesichtshälfte in Betracht kommen. Sie ver-

laufen in diesem ungekreuzt cerebralwärts. Desshalb machen Unterbrechungen der siebenten Wurzel ebenso wie Rückenmarksdurchtrennungen oberhalb des siebenten Segmentes immer gleichseitige Verengerung der Lidspalte und der Pupille links, oft auch Abnahme des Gesichtsturgor auf der verletzten Seite.

Die Bahnen für die Reflexe liegen alle in der grauen Substanz mit zuführenden und wegführenden Bahnen in der weissen Substanz. Wahrscheinlich ist die Mehrzahl der Reflexe an Segmente gebunden, die nicht sehr weit von dem Eintritt der betreffenden Wurzeln liegen. Die Reflexe können aber von frontalwärts gelegenen Punkten aus beeinflusst werden, entweder durch Hemmungen oder dadurch, dass von oben herabkommende Bahnen ihr Zustandekommen erst ermöglichen, z. B. den Muskeltonus entsprechend reguliren. Vollständige Unterbrechung des Rückenmarkes führt zunächst zu Verlust aller Reflexe, die Sehnenreflexe bleiben dann überhaupt gewöhnlich dauernd aus, die Hautreflexe können wieder eintreten. Eine Anzahl mit der Blasen-, Mastdarm- und Vasomotoreninnervation verbundener Reflexe können aber auch bei völliger Quertrennung erhalten bleiben.

Einseitige oder überhaupt partielle Markverletzung steigert meist die Lebhaftigkeit der Reflexe. Es ist also, wenn man totale Rückenmarkstrennung von partieller unterscheiden will, die Beobachtung der Reflexintensität von besonderem Nutzen (Bastian, Bruns, Kocher.)

Sechsundzwanzigste Vorlesung.

Das verlängerte Mark.

Am oberen Ende des Rückenmarkes verlagern sich die weissen Fasern, welche es zusammensetzen, in mannigfacher Weise, die Ausdehnung und Form der grauen Substanz ändert sich erheblich, neue Anhäufungen von

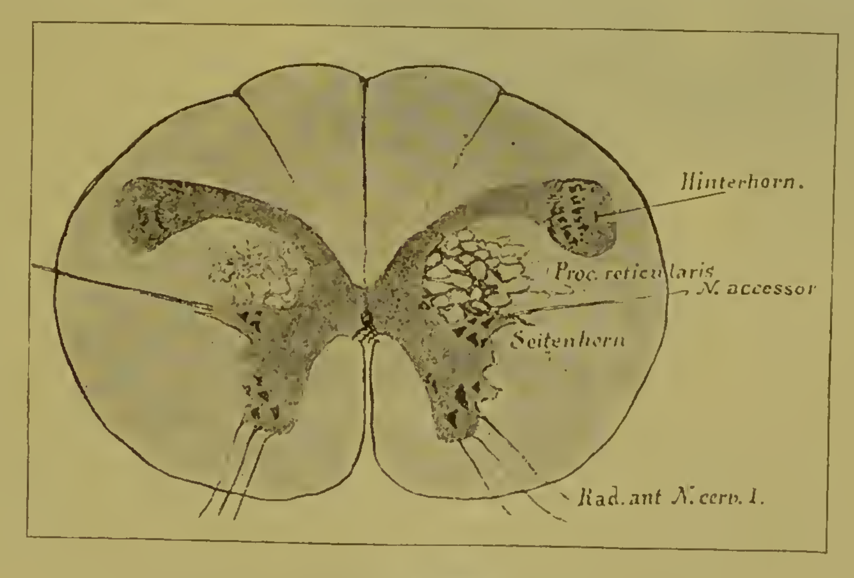


Fig. 265.
Schnitt durch den obersten Theil des Cervicalmarkes.

Glia und Ganglienzellen treten auf, und rasch wird das Ihnen jetzt wohlbekannte Bild des Rückenmarksquerschnittes verwischt; namentlich wird es undeutlich, wenn dicht über dem Rückenmarksende rechts und links,

da, wo Seitenstränge lagen, die Oliva inferior, ein graues, vielfach gefältetes, ganglienzellenreiches Blatt sich einschiebt, wenn der Centralcanal, immer weiter nach hinten rückend, zur Rautengrube sich erweitert.

Die Reihe von Querschnitten, welche ich Ihnen jetzt demonstriren werde, ist bestimmt, die Genese der Medulla oblongata aus dem Rückenmarke zu erläutern.

Fig. 265 stellt einen Schnitt durch das Halsmark dar, etwa der Stelle entsprechend, wo der erste Cervicalnerv abgeht. Sie soll Ihnen wesentlich nur die in der vorigen Vorlesung geschilderten Formverhältnisse wieder in das Gedächtniss zurückrufen. Vgl. Sie auch Fig. 46.

Drei Punkte wollen Sie aber an dieser Figur noch beachten, weil sie abweichen von dem bislang Geschilderten. Es ist einmal die eigenthümliche Form des Hinterhornes, das nur durch einen dünnen „Hals" mit seinem dorsalsten, durch Substantia gelatinosa stark verdickten Theil, dem „Kopf des Hinterhornes", zusammenhängt.

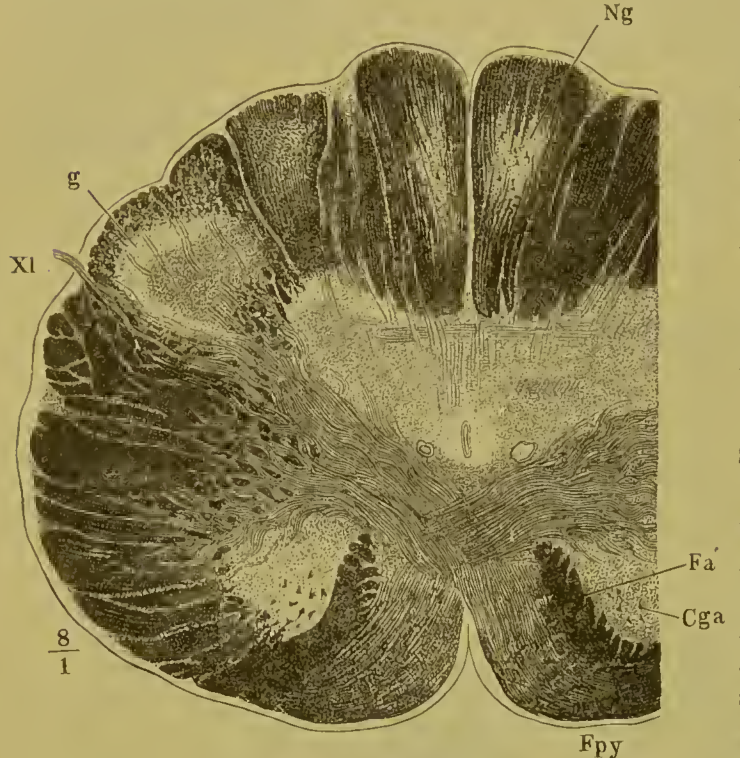


Fig. 266 (nach Henle).

Querschnitt des verlängerten Markes durch die Pyramidenkreuzung. *Fpy* Pyramidenstrang, *Cga* Vorderhorn, *Fa'* Vorderstrangrest, *Ng* Nucl. funic. gracilis, *g* Subst. gelatinosa, *XI* N. accessorius.

Die Substantia gelatinosa wird durchzogen von zahlreichen feinen Fäserchen, die zum Theile Hinterwurzelfasern sind. Zu einem anderen Theile aber stammen sie von weit her, nämlich aus dem Ganglion Gasseri. Die Zellen dieses Ganglions entsenden peripherwärts den Nervus trigeminus, nach dem Centralorgan aber die Trigeminuswurzel. Von dieser wendet sich ein Theil caudalwärts. Aus ihm senken sich fortwährend feine Fäserchen in den Endkern des Trigeminus, eine Säule gelatinöser Substanz, welche von der Brücke an hinab bis in die Substantia gelatinosa des oberen Rückenmarkes nachweisbar ist. Der halbmondförmige Querschnitt des Tractus spinalis N. V. liegt im Halsmark ebenso wie in der Oblongata und Brücke der Substantia gelatinosa dicht an. Sie werden ihm auf allen Schnitten, die ich Ihnen von heute an vorlegen werde, z. B. Figg. 268 u. 274, begegnen. Man hat ihn bisher als aufsteigende Quintuswurzel bezeichnet. S. auch Fig. 286.

Dann sehen Sie, dass die Seitenhörner stark ausgebildet sind. Aus Zellen, die an ihrer Basis liegen und höher oben an den Seitenrand des Vorderhornes rücken, kommt der Nervus accessorius Willisii. Seine Wurzelfasern, die bis hinab zum 6. Cervicalnerven, und aufwärts bis in

den Anfangstheil der Oblongata entspringen, treten nicht in geradem Verlaufe aus, wie es nach der Abbildung Fig. 265 scheinen möchte, sondern ziehen aus den Zellen zuerst hirnwärts, um dann im Knie (Darkschewitsch) nach aussen abzubiegen. Nur der horizontale Schenkel dieses Knies ist auf dem Schnitte getroffen worden, den Fig. 266 darstellt.

Der Accessorius innervirt ausser dem Sterno-cleido-mastoideus und einem Theil des Trapezius bekanntlich durch einen peripher mit dem Vagus verlaufenden Ast, den Ramus recurrens vagi, die Stimmmuskeln. Es ist viel darüber gestritten worden, ob die Kerne dieses letzteren Antheiles im Vagus- oder im Accessoriuskerngebiete liegen. Ich kann Folgendes aussagen. Es gehen mit dem Vagus Fasern aus der Oblongata ab, welche sich ihrem Ursprunge nach nicht sicher von den Accessoriusfasern scheiden lassen. Sie stammen aus einem grosszelligen Kerne, dem Nucleus ambiguus, welcher ohne sichere Grenze am caudalen Ende in den Accessoriuskern übergeht.

Man kann diesen Kern nur nach dem Verhalten der Wurzelfasern trennen, von denen eben der caudalere Theil in den Accessorius, der frontalere Theil in den Accessoriustheil des Vagus geht, aber die Masse ist eine einheitliche, anatomisch und wohl auch functionell, Stimmkern. Es ist möglich, dass dem Accessorius sich noch Fasern aus dem später zu beschreibenden dorsalen Vaguskerne beimischen, denn in diesem Kerne treten nach den Beobachtungen von Gehuchten, Ossipow, Bunzl-Federn Veränderungen ein, wenn man den Accessorius durchschneidet. Die Hauptmasse der Accessoriusfasern stammt aber jedenfalls aus dem langen motorischen Kerne, der sich vom Halsmarke bis in die Oblongata erstreckt.

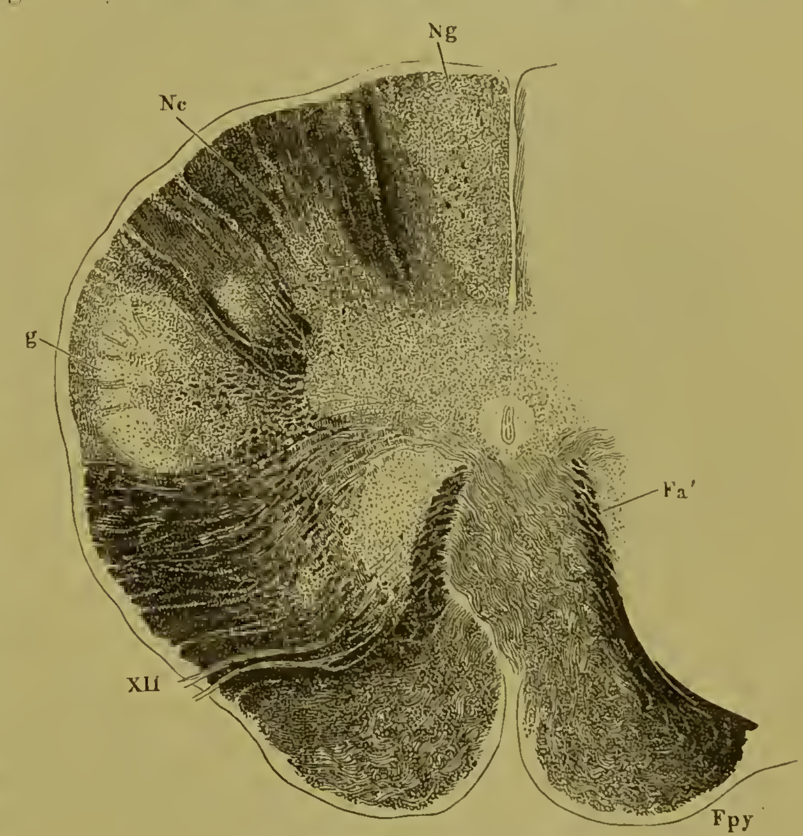


Fig. 267 (Nach Henle).

Querschnitt des verlängerten Markes in der Gegend der caudalsten Hypoglossuswurzeln. Die Pyramidenkreuzung fast vollendet. *Nc* Nucl. funiculi cuneati, *XII* Nervus hypoglossus. Alle anderen Bezeichnungen wie Fig. 266.

Die Herzfasern des Accessorius stammen jedenfalls aus dessen langer Kernsäule. Ich sah schwere Anfälle von Herzhemmung durch Pressen beim Stuhl und schliesslich tödlichen Ausgang bei einem Varix, welcher innerhalb des Accessoriuskernes lag und schliesslich platzte. Berliner klin. Wochenschrift 1898, Nr. 4.

Beachten Sie, dass in dem Raume zwischen Hinter- und Vorderhorn die graue Substanz mit zahlreichen netzförmigen Zügen den Seitenstrang durch-

zieht, seine Bündel zerlegt; es ist dies die Formation der Processus reticulares.

Ihr Grau besteht fast ausschliesslich aus Associationszellen, die verschiedene Höhen unter einander verknüpfen. Schon bei Betrachtung der Gehirne niederer Thiere habe ich Sie darauf aufmerksam gemacht, dass regelmässig auf der Grenze von Oblongata und Rückenmark dies mächtige Commissursystem auftritt, resp. das vorhandene verstärkt. Ich habe damals das ganze Feld als Associationsfeld der Oblongata bezeichnet.

Ueber der eben gezeichneten Querschnittshöhe beginnen die Umlagerungen von Fasern u. s. w., welche zur Bildung des Oblongataquerschnittes führen.

Wir haben im Rückenmarke zwei Fasciculi cortico-spinales kennen gelernt, einen, welcher, im Vorderstrange gelegen, Fasern hirnwärts führt, die ihm gekreuzt aus jeder einzelnen Wurzelregion zugeführt werden, und einen zweiten, die Pyramiden-Seitenstrangbahn, welche Fasern aus dem gleichseitigen Vorderhorne enthält.

Am oberen Ende des Rückenmarkes tritt (Fig. 267 *Fpy*) die letztere Bahn in massigen Zügen, das Vorderhorn ihrer Seite durchbrechend, in den Vorderstrang der anderen Seite. Dort trifft sie auf die Pyramiden-Vorderstrangbahn, und von nun an zieht der ungekreuzte Tractus cortico-spinalis vereint mit dem gekreuzten als Pyramidenstrang hirnwärts. Die Hinterhörner rücken, wenn der bislang von der Pyramide im Seitenstrange eingenommene Platz frei wird, weiter ventral.

Wenige Millimeter höher oben ist die Pyramidenkreuzung vollendet. Es liegen jetzt Pyramiden-Vorderstrangfasern und Pyramiden-Seitenstrangfasern vereint als mächtiges Querschnittbündel ventral am Marke. In der Figur 267 ist das deutlich sichtbar. Sie sehen an ihr auch, dass die Vorderstranggrundbündel (*Fa'*) dorsal von den Pyramiden gerathen. Aussen vom abgetrennten Reste des Vorderhornes ist ein kleiner grauer Herd vom Schnitte getroffen worden. Er gehört der untersten Spitze der Olive an. Die Olive nimmt hirnwärts beträchtlich an Grösse zu und erfüllt einen grossen Theil des von den Seitensträngen eingenommenen Raumes. Diese letzteren sind, seit dem Auftreten der Processus reticulares etwa, wesentlich faserreicher geworden. Das Associationsfeld entwickelt sich mehr und mehr. Doch sind die Bahnen meist nur noch kurze Strecken verfolgbar. Viele enden in zerstreuten kleinen Ganglienzellgruppen (Kern des Seitenstranges, Nucl. reticularis tegmenti u. s. w.).

Das Umlagern der Fasern, das Eintreten der Pyramiden-Seitenstrangbahn in den Vorderstrang der anderen Seite ist an den vorstehenden beiden Henle'schen Zeichnungen sehr gut zu sehen. Die abgetrennten Vorderhörner können nach oben hin noch weiter verfolgt werden, verlieren sich aber etwa in der Höhe der Brücke.

Die Pyramidenstränge werden Sie auf allen folgenden Schnitten vorn zwischen den Oliven liegen sehen (s. die Figuren der folgenden Vorlesung).

Schliesslich werden sie weiter oben von den Querfasern der Brücke überdeckt und zerspalten. Wie sie später wieder aus der Brücke auftauchen und durch den Hirnschenkel in die innere Kapsel ziehen, wurde in früheren Vorlesungen wiederholt gezeigt. Auch dass die secundäre Degeneration, welche nach Unterbrechung der Tractus cortico-spinales im Gehirn von da abwärts steigt, in die Oblongata in den Hinterseitenstrang der gekreuzten Rückenmarkshälfte und in den gleichseitigen Vorderstrang gelangt, wurde bereits erwähnt.

Die Gelegenheit, den Verlauf des Pyramidenstranges zu verfolgen, wird sich Ihnen, meine Herren, nicht allzu selten bieten, wenn Sie bei der Autopsie von länger bestehenden cerebralen halbseitigen Lähmungen Querschnitte durch den Hirnschenkel, die Brücke, die Medulla oblongata und das Rückenmark machen. Die graue Pyramide auf der erkrankten Seite wird sich meist deutlich von der weiss gebliebenen der anderen Seite abheben; im Rückenmarke wird sich im hinteren Theile des gekreuzten Seitenstranges eine grau verfärbte Stelle finden.

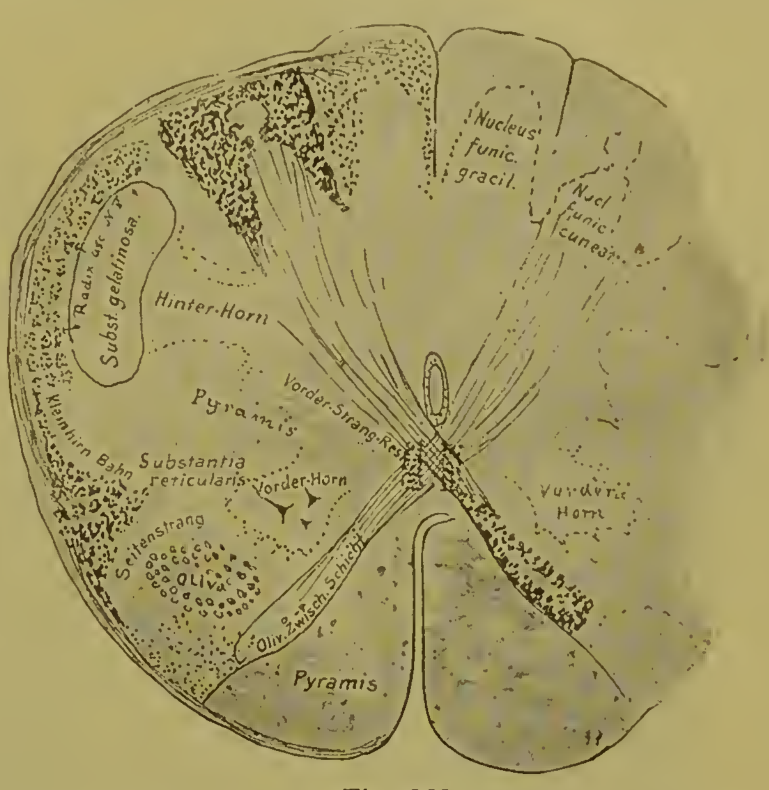


Fig. 268.

Schnitt durch den Anfangstheil der Oblongata einer menschlichen Frucht aus der 26. Schwangerschaftswoche. Man sieht die Züge aus den Burdach'schen Strängen zur Schleifenkreuzung und die später zu schildernden Fibrae arciformes externae dorsales aus den Goll'schen Strängen. Zu beachten ist die Lage der Kleinhirn-Seitenstrangbahn.

Auf der Strecke, wo die Pyramidenkreuzung stattfindet, treten auch in den Hintersträngen Veränderungen ein. Mitten in ihnen zeigen sich, zuerst im inneren, dann auch im äusseren Hinterstrang Kerne grauer, Ganglienzellen führender Massen, die Kerne des zarten Stranges und des Keilstranges. Diese Kerne verschmelzen mit der grauen Substanz, welche dadurch ihre Form sehr wesentlich ändert. (In Fig. 266 sind die ersteren, auf Fig. 267 auch die des Keilstranges schon zu sehen.)

Wahrscheinlich enden allmählich alle Hinterstrangfasern in diesen Kernen. Aus den Kernen aber dringen massenhaft Fasern durch die graue Substanz ventralwärts und kreuzen sich frontal (von der Pyramidenkreuzung) mit denjenigen der anderen Seite. Ihre Fasern gelangen später in die Schleife, und desshalb hat man diese Kreuzung Schleifenkreuzung genannt.

Es ist nicht so ganz leicht, sich am ausgebildeten Organ von der Existenz der Schleifenkreuzung mit absoluter Sicherheit zu überzeugen. Wohl aber bleibt kein Zweifel mehr, wenn man Schnitte durch die Medulla oblongata von Früchten aus dem 7. Schwangerschaftsmonate macht. Dort stören die sich kreuzenden markhaltigen Fasern der Pyramiden noch nicht die Klarheit des Bildes, dort treten die allein Markscheiden führenden Hinterstrangfasern deutlicher hervor. Zunächst sieht

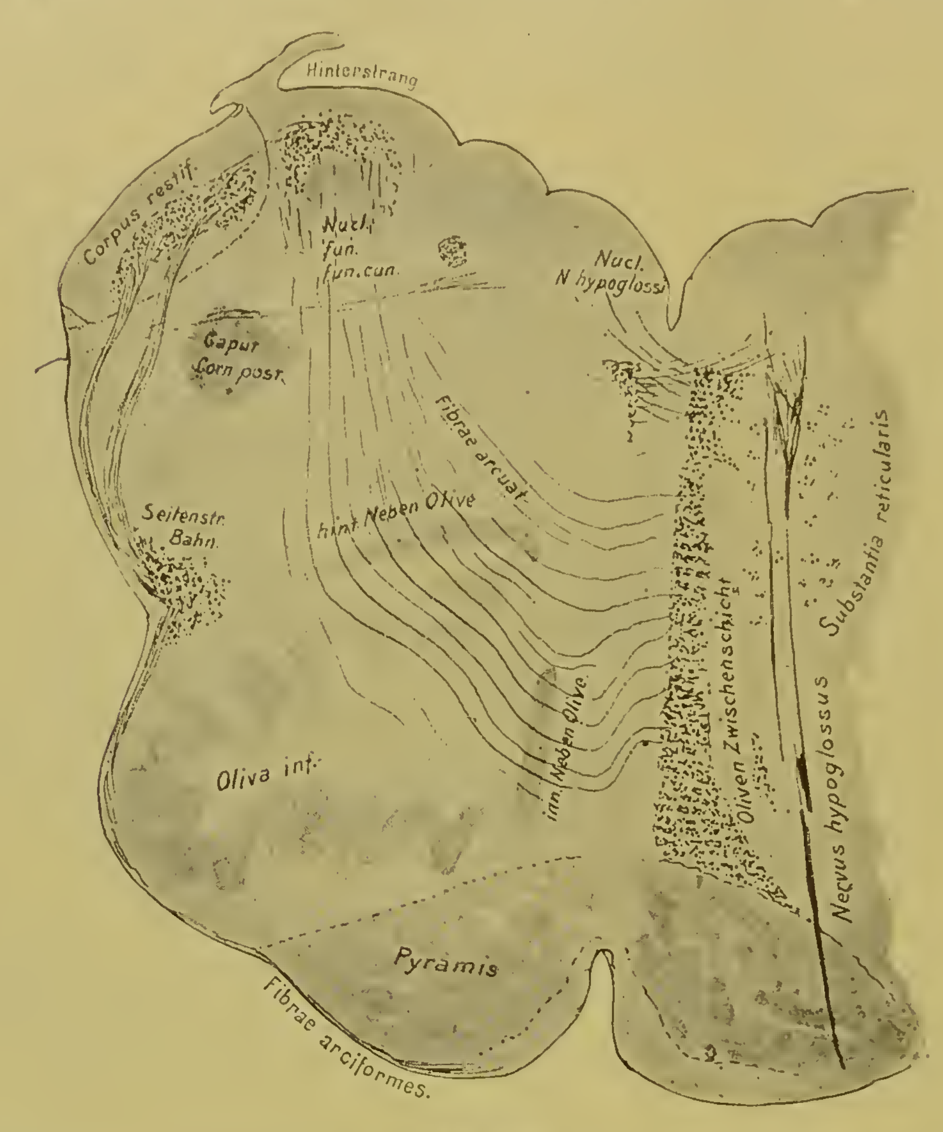


Fig. 269.

Schnitt durch die Oblongata einer Frucht aus der 26. Schwangerschaftswoche. Die markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin gefärbt. Die linke Olivenzwischenschicht und der Tractus spinalis N. trigemini sind nicht eingezeichnet. Im Corpus restiforme ist nur der Rückenmarkstheil markhaltig. Fibrae arciformes = Fibr. arc. ext. ant. Die Fibr. arc. ext. post. oben links aussen zwischen Corpus restiforme und Hinterstrang. Das als „Seitenstrang" bezeichnete Bündel ist der Tr. cerebello-spinalis ventr., der an dieser Stelle bis in die vorderen Brückenebenen bleibt; der Tr. cerebello-spinalis dorsalis zieht hier sichtbar direct in das Corpus restiforme.

man wesentlich nur Fasern aus den Kernen der Burdach'schen Stränge austreten, im 9. Monate aber kann man etwas höher oben auch die Kreuzung der Fasern aus den Kernen der Goll'schen Stränge erkennen.

Wollen Sie den untenstehend abgebildeten Schnitt zur Orientirung mit Figg. 266 und 267 vergleichen. Hinter dem Centralcanal liegt die sehr breit gewordene graue Substanz. In dem zarten Strang ist sein

Kern aufgetreten, im Keilstrang ebenso, beide sind in Continuität mit der grauen Substanz. Nach aussen von ihnen liegt von einer dünnen Schicht markhaltiger Fasern umgeben (Radix spinalis N. trigemini), die Substantia gelatinosa des Hinterhornes. Der Raum nach vorn von ihr, welcher auf Fig. 267 von den dunklen Pyramidenfasern eingenommen ist, ist hell, weil jene noch ohne Mark sind. Markhaltig sind die Vorderseitenstrangreste und die Kleinhirnbahn an der Peripherie des Seitenstranges.

Nun sehen Sie aus den Hinterstrangkernen sich Fasern entwickeln, welche im Bogen (Fibrae arciformes internae) durch die graue Substanz ziehen, vor dem Centralcanal kreuzen und sich als dicke Schicht dorsal von der dort bereits gekreuzten Pyramide hinlegen. Das Gebiet, welches sie erfüllen, ist dasjenige der Vorderseitenstränge des Rückenmarkes. Die Hauptmasse der in diesen aufsteigenden, bereits gekreuzten sensorischen Bahnen geräth dadurch nach aussen von diesen neuen Ankömmlingen. So füllt die nun vereinte gekreuzte sensorische Bahn zweiter Ordnung allmählich das ganze Areal aus, welches zwischen den beiden in dieser Höhe der Oblongata aufgetretenen neuen grauen Massen, den Oliven (Olivae inferiores), liegt. Je höher man in der Oblongata hirnwärts steigt, um so mehr verarmen die Hinterstränge an Fasern. Allmählich gelangen alle durch Fibrae arcuatae in die Schleifenkreuzung und so auf die entgegengesetzte Seite, nahe der Mittellinie, wo sie die Olivenzwischenschicht oder, wie wir sie von jetzt an nennen wollen, die Schleifenschicht bilden. Denn die Fasern dieser Schicht ziehen zur Schleife des Mittel- und Zwischenhirnes empor.

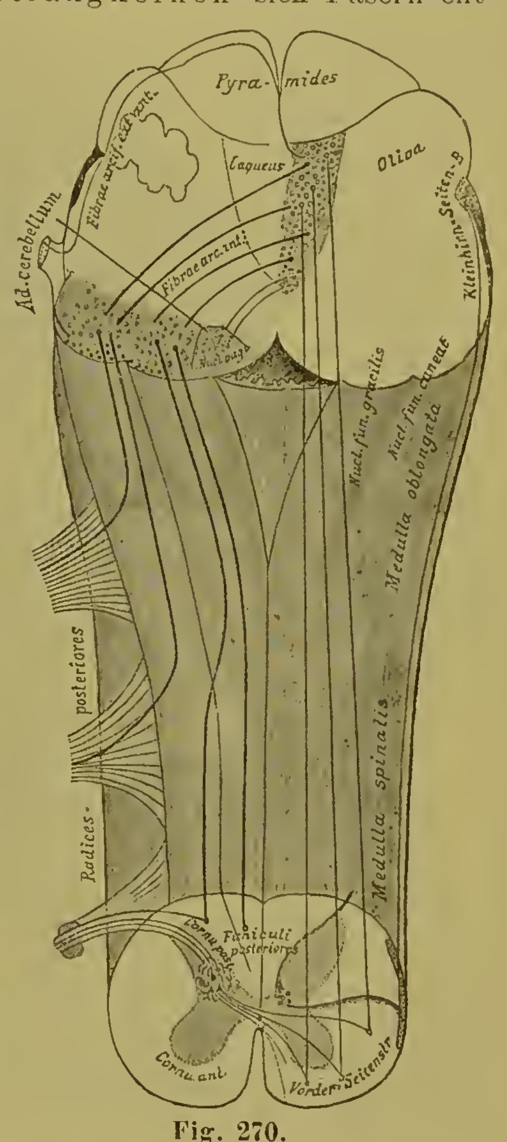


Fig. 270.

Schema des Verlaufes der sensorischen Bahn von den Hinterwurzeln bis zum verlängerten Marke.

In Fig. 270 lege ich Ihnen ein Schema des Verlaufes der sensorischen Fasern vor. Wollen Sie an diesem, vom Wurzeleintritte ausgehend, den Verlauf der einzelnen Züge verfolgen und schliesslich constatiren, wohin jeder einzelne in der Oblongata geräth. Wollen Sie namentlich beachten, wie in der letzteren die Bahnen, welche im Rückenmarke schon kreuzen, und die, welche dort ungekreuzt aufsteigen, in einem Querschnittsfeld zusammenkommen.

So hätten wir jetzt zwei wichtige Kreuzungen kennen gelernt: die Pyramidenkreuzung und die Schleifenkreuzung. In der ersteren werden motorische Fasern verlagert, in der zweiten sind es Bahnen, die der Sensibilität dienen.

Zwei grosse neue Faserareale sind entstanden, ventral das Pyramidenbündel und dorsal von diesem die Schleifenschicht. Bis hoch hinauf unter die Vierhügel werden wir beide an gleicher Stelle verfolgen können.

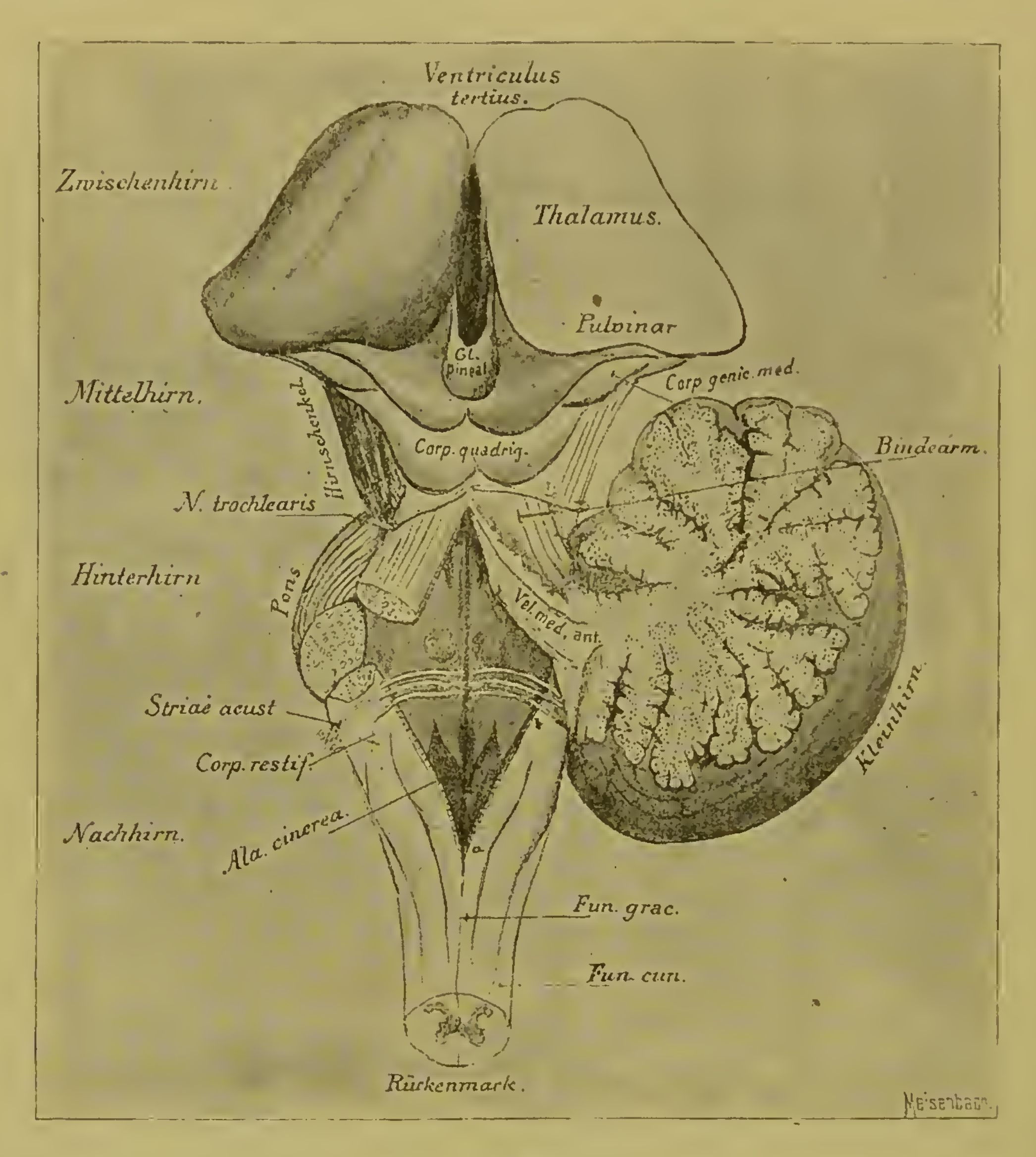


Fig. 271.

Das Hinter- und Nachhirn durch Wegnahme ihres Daches eröffnet. Velum med. ant. und Cerebellum noch sichtbar. Velum med. post. längs der gestrichelten Linie *a b* abgetrennt.

Das Areal der Schleifenschicht ist beim reifen Menschen viel faserreicher, als es in den eben demonstrirten Abbildungen von Föten erscheint. Bei den letzteren sind alle die Fasern aus den Vorder-Seitensträngen noch nicht markhaltig, welche zur sensorischen Bahn gehören, und nur erst die aus den Hinterstrangkernen stammenden Züge deutlich.

Durch die beiden Kreuzungen ändert sich das Querschnittsbild ganz

wesentlich. Dazu kommt noch, dass die graue Substanz, wie ich gleich eingehender zeigen will, auch ihre Gestalt ändert, dass neue graue Massen in der Oblongata auftreten; drei von ihnen, die beiden Hinterstrangkerne und die Olive, haben wir ja bereits jederseits kennen gelernt. Vor Allem aber ändert sich auch die äussere Form sehr. Da allmählich die Hinterstrangfasern in die Kerne treten und da enden, wird die graue Substanz dieser Kerne schliesslich ganz blossgelegt, sie liegt fast frei an der Dorsalfläche des Markes. Nun weichen aber die Hinterstränge in den Höhen der Oblongata auch etwas auseinander. So kommt die hintere graue Commissur des Rückenmarkes deutlich zum Vorschein, gerade in dem Winkel, wo die Hinterstränge auseinander weichen. In dieser Höhe erweitert sich der Centralcanal zum Ventriculus quartus der Oblongata. Was ihn deckt, verdünnt sich weiter noch, verbreitert sich auch und ist als Velum medullare posterius bis an das Kleinhirn hin zu verfolgen. Es bildet mit diesem zusammen also das Dach des vierten Ventrikels. An dem Längsschnitt Fig. 218 sehen Sie die Zusammensetzung des Hinter-Nachhirndaches aus Velum medullare posterius, Cerebellum und Velum medullare anterius. Dicht am Beginne des Ventriculus quartus ist im Velum medullare posterius ein Loch, das von aussen her in den vierten Ventrikel führt. Es ist das bereits erwähnte Foramen Magendii, durch das die Flüssigkeit in den Ventrikeln mit derjenigen communicirt, welche aussen zwischen Pia und Mark, in den Spalträumen der Arachnoidea das ganze Centralnervensystem umspült.

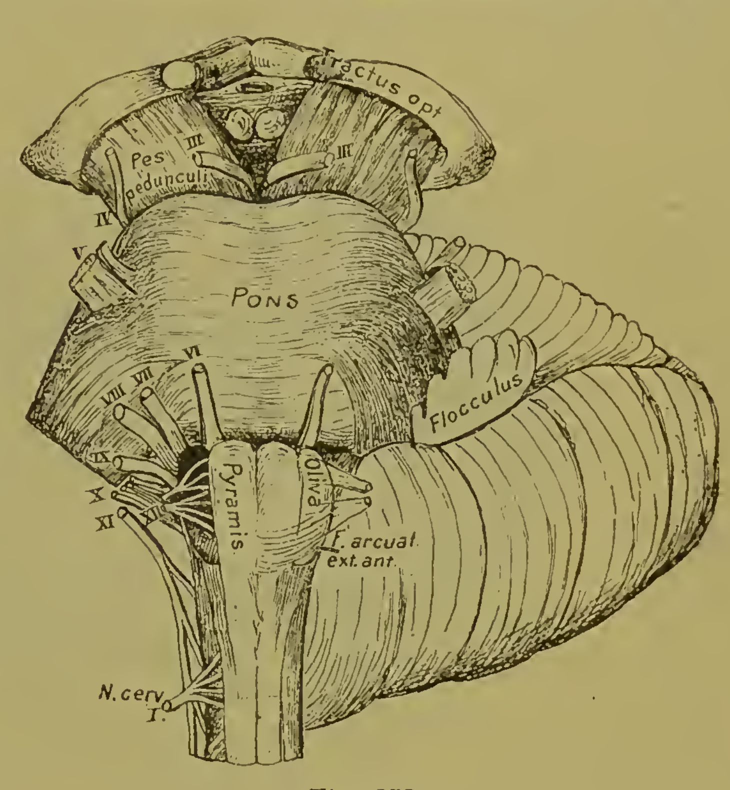


Fig. 272.

Medulla oblongata, Pons, Cerebellum und Hirnschenkel von vorn; zur Demonstration des Ursprunges der Hirnnerven.

Auf der Figur 271 ist dieses ganze Dach weggenommen, so dass man von oben frei in den Ventriculus quartus blicken kann. Sein Boden wird hinten von den auseinander weichenden Hintersträngen, vorn von den Bindearmen, welche nach den Vierhügeln zu convergiren, begrenzt. So erhält er die eigenthümliche Gestalt, welche ihm den Namen

Rautengrube eingetragen hat. Diese Ansicht der Oblongata von hinten lässt erkennen, dass nach oben die Hinterstränge verschwinden, dass an ihrer Stelle der untere Kleinhirnarm, das Corpus restiforme (s. u.), auftritt. Die Anschwellung im oberen Theil der inneren Hinterstränge heisst Clava; sie wird durch die Einlagerung des Nucleus funiculi gracilis bewirkt.

Eine Vorderansicht der Medulla oblongata (Fig. 272) zeigt zunächst die dicken, aus dem Rückenmarke auftauchenden Stränge der Pyramiden. Nach aussen von ihnen befinden sich, in die Verlängerung der Seitenstränge eingebettet, die Oliven, als zwei ziemlich mächtige Anschwellungen. Nicht weit frontal von ihnen legen sich die mächtigen Fasern des Pons quer vor die Pyramiden. In der Verlängerung des Vorder-



Fig. 273.

Schnitt durch die Oblongata in der Höhe der hinteren Hypoglossuswurzeln. Schema.

wurzelaustrittes nach oben tritt zwischen Olive und Pyramide der Nervus hypoglossus (*XII*) aus dem verlängerten Mark. Der Nervus accessorius Willisii (*XI*) entspringt vom Halsmarke bis hoch hinauf zur Oblongata seitlich, nach aussen von den Oliven, mit zahlreichen Fädchen. Ueber ihm gehen, in der Verlängerungslinie seines Austrittes, der Nervus vagus (*X*) und der Glossopharyngeus (*IX*) ab. Dicht hinter den Brückenfasern entspringen seitlich der Nervus acusticus (*VIII*) und der Nervus facialis (*VII*). Der 6. Hirnnerv, der Abducens, liegt nach innen vom Ursprungsort der beiden letztgenannten Nerven. Aus der Tiefe der Brückenfasern taucht der Trigeminus (*V*) hervor. Ueber den Ursprung des Nervus trochlearis (*IV*) und des Nervus oculomotorius (*III*) wurde früher bereits berichtet. Der erstere kommt hinter den Vierhügeln aus dem Velum medullare posterius. der zweite ventral aus den Hirnschenkeln heraus.

Wir haben vorhin die Betrachtung der Oblongataschnitte da abgebrochen, wo der Centralcanal sich zur Rautengrube erweitert. Schon vorher sind in seiner Umgebung die ersten Kerne der Hirnnerven aufgetreten. Aus Zellen des lateralen Theiles des Vorderhornes kommen die Accessoriusfasern und aus einer ventral von ihnen gelegenen Stelle, die etwa der Basis des früheren Vorderhornes entspricht, Nucleus hypoglossi, entwickeln sich die Hypoglossuszüge.

In den zwei Figuren 273 und 274 ist das schematisch angedeutet. Wenn Sie sich nun an der Hand dieser Zeichnungen vorstellen, wie der Centralcanal durch Auseinanderweichen der Hinterstränge sich verbreitert, zum Ventriculus quartus wird, so begreifen Sie leicht, dass von nun an alle

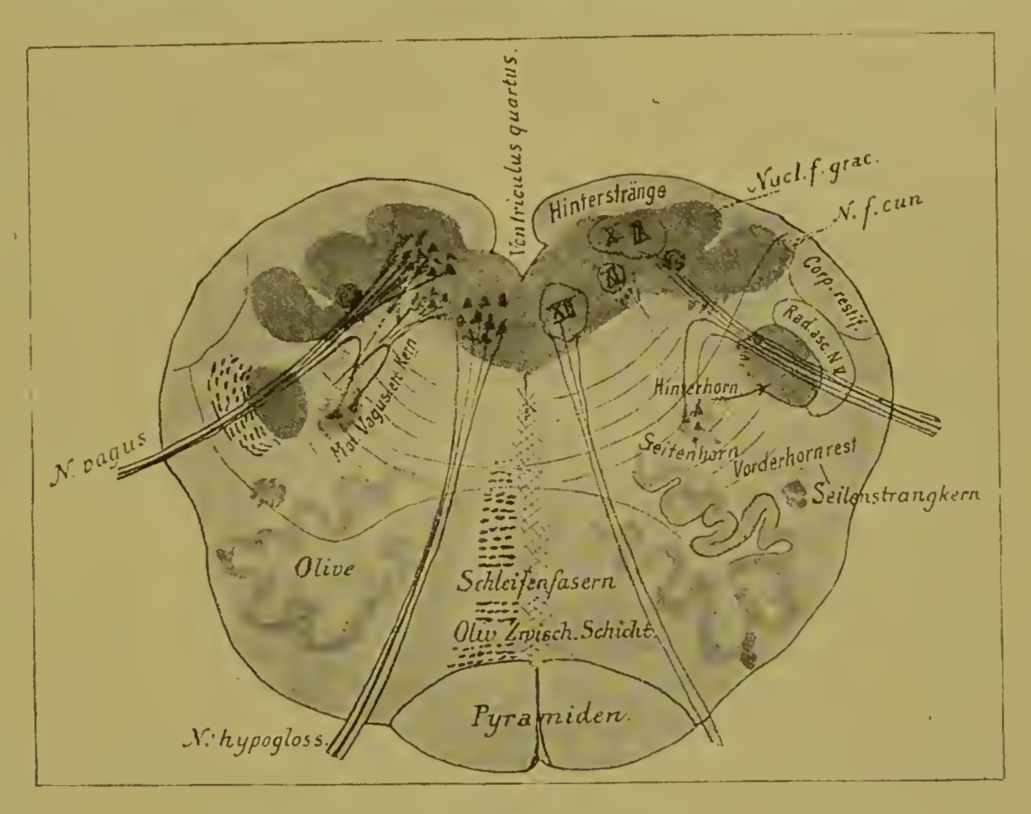


Fig. 274.

Schnitt durch die Oblongata in der Höhe des Vagusaustrittes (schematisirt).

Nervenkerne am Boden dieses Ventrikels, in der Rautengrube liegen müssen. Der Schnitt Fig. 274 lässt das denn auch deutlich erkennen. Nach aussen von den Kernen liegen die sehr faserarm gewordenen Hinterstränge mit ihren Kernen. Das Hinterhorn, kenntlich an der Substantia gelatinosa seines Kopfes, ist ganz abgetrennt, aber auch der basale Theil des Seitenhornes, aus dem die Fasern des motorischen Accessorius kamen, verliert kurz über der abgebildeten Schnitthöhe den Zusammenhang mit dem compacten Theil der grauen Substanz. Er erhält sich als eine ganglienzellenreiche Säule ventral von derselben bis hoch hinauf in die Brücke und giebt, wenn der Accessorius ganz ausgetreten ist, Fasern zum Vagus (und Glossopharyngeus?) ab, die erst dorsal steigen und dann

zu dem betreffenden Nervenstamme abbiegen (motorischer Vagus- u. s. w. Kern). Höher oben werden wir ihm wieder als Facialiskern begegnen. Sie können sich also merken, dass ausser dem Hypoglossus und den Augenmuskelnerven alle motorischen Fasern der Hirnnerven aus einer Zellsäule entspringen, welche in der Verlängerung der lateralen Vorderhornzellen liegt.

Wollen Sie noch auf Fig. 274 bemerken, wohin der Rest des Vorderhornes gerathen ist, und wie sehr die Oliven an Umfang zugenommen haben. Wenn das Seitenhorn abgetrennt ist, tritt dort, wo früher das Hinterhorn inserirte, also in einer Gegend, in der im Rückenmarke Kerne sensibler Nerven lagen, ein neuer grosser Nervenkern auf, mit spindelförmigen Zellen, welche denen des Hinterhornes ganz ähnlich sind, der dorsale Kern des Nervus vagus. Er liegt am Boden der Rautengrube medial von der Ala cinerea (s. Fig. 271) und reicht nach vorn bis etwa dahin, wo dort die mittlere der weissen Querlinien verläuft. Für den Vagus haben wir also jetzt zwei Kerne kennen gelernt, einen ventralen, der nach seiner Lage (in der Verlängernng eines Vorderhornabschnittes) und nach dem Aussehen seiner Zellen (multipolar mit Axencylindern direct in den Nerven) motorisch ist, und einen dorsalen, der, in der Verlängerung der grauen Substanz an der Hinterhornbasis liegend. durch seinen Bau als sensorischer Kern wohl characterisirt ist. Der erstere dieser Kerne wird auch als Nucleus ambiguus bezeichnet. Die aus ihm entspringenden Fasern treten alle dorsalwärts und schliessen sich dann erst, im Knie abbiegend, der gestreckt auftretenden, viel stärkeren sensiblen Wurzel an (s. Fig. 274).

Der dorsale Kern galt bisher immer für rein sensibel. Es haben aber Untersuchungen von Marinesco zuerst gezeigt, dass seine Zellen nach Durchschneiden des Vagus sehr schnell Veränderungen unterliegen. wie sie sonst an motorischen Zellen nach dem gleichen Eingriffe auftreten. Da aber reichliche Endaufsplitterungen der eintretenden Fasern beobachtet werden, so muss man diesen Kern für einen gemischten halten. Das ist bei Fischen sehr deutlich, wo die grossen motorischen Zellen als gesonderte Gruppe mitten im dorsalen Vaguskerne liegen. Die Zerstörung dieses Kernes allein beeinträchtigt die Athmung nicht. Marinesco.

Einige Antheile der Vaguswurzeln enden dann noch in einem langgestreckten Kerne, welcher sich vom obersten Halsmarke bis hinauf an die Stelle erstreckt, wo die Trigeminuswurzeln eintreten. Dieser Kern — Nucleus fasciculi solitarii — nimmt auf seine ganze Länge hin Wurzelfasern auf. Die vordersten stammen aus dem Trigeminus, dann treten Vaguswurzeln in ihn ein und schliesslich nimmt er die Hauptmasse der Glossopharyngeuswurzeln auf. Die caudalst eintretenden Fasern gehören dem Vagus an. Alle in diesen Kern gelangenden Fäserchen ziehen eine kurze Strecke an ihm entlang caudalwärts, ehe sie eintreten. Dadurch entsteht neben dem Kern ein Bündel markhaltiger absteigender

Wurzelfasern, der Fasciculus solitarius, dessen rundlichen Querschnitt Sie auf Figur 269, 278 oben lateral leicht erkennen. Schema des ganzen Tractus s. Fig. 284.

S. Ramon y Cajal hat neuerdings gezeigt, dass dicht an der Stelle, wo der Centralcanal sich zur Rautengrube verbreitert die beiden Kerne einander sich nähern und schliesslich gerade über jener Eröffnungsstelle des Centralcanales zu einer gemeinsamen Masse, Nucleus commissuralis, zusammenfliessen. Hier kreuzt ein beträchtlicher Theil der Fasern des Fasciculus solitarius zur anderen Seite.

Der Nervus glossopharyngeus tritt mit seiner Hauptmasse in den Fasciculus solitarius und endet in dessen Grau, während nur ein relativ geringer Theil direct im Bodengrau des Ventrikels sich aufzweigt.

Die Existenz dieses dicht vor dem Vaguskerne gelegenen „Glossopharyngeuskernes" wird bestritten. Es ist in der That schwierig, die geringe in ihn eintauchende Nervenportion mit den gewöhnlichen Methoden zu finden. Die Anwendung der Golgimethode lehrt aber — Held —, dass die Verhältnisse so sind, wie ich sie darstellte.

Der Vagus- und wahrscheinlich auch der Glossopharyngeuskern bekommen dann noch einen Zug aus dem Cerebellum, den Tractus cerebello-nuclearis, der schon S. 338 beschrieben worden ist.

Natürlich entspringen die sensiblen Fasern der Nerven, von denen ich eben sprach, aus den Zellen der Wurzelganglien, aus welchen sie (His) ganz ebenso cerebralwärts weiter auswachsen, wie die sensiblen Rückenmarksnerven. Die erwähnten sensorischen Kerne sind ihre Endstationen. Dort verzweigen sich die Fäserchen um Zellen herum. In die ventrale Seite der Kerne sieht man viele Fasern im Bogen eintreten. Durch die Anwendung der vergleichend entwicklungsgeschichtlichen Methode ist es gelungen, nachzuweisen, dass diese gekreuzt aus der Schleifenschicht der anderen Seite stammen. So haben wir also für den sensiblen Vagus (und das Gleiche gilt vom Glossopharyngeus) wieder das Schema der sensiblen Nerven: Nerv, Ursprungskern im Spinalganglion; Wurzel, Endkern (sensorischer Vaguskern), gekreuzte aufwärtsführende centrale Bahn.

Am Boden der Rautengrube liegt zwischen dem Vaguskern und der Medianlinie noch eine kleine, wulstige Erhabenheit, Clarke's Eminentia teres, in der von dem frontalen Ende des Hypoglossuskernes an bis etwa in das Gebiet des Quintusursprunges ein länglicher Kern spindelförmiger Zellen, der Nucleus funiculi teretis, Meynert's Nucleus medialis, nachweisbar ist. Die Bedeutung ist noch ganz unbekannt. Auch er erhält einen Zuzug aus dem Kleinhirn.

Der Hypoglossuskern besteht aus mehreren Gruppen von Ganglienzellen, die alle unter sich durch ein feines Netzwerk verbunden sind. Aus den grossen multipolaren Zellen entwickeln sich feine Reiserchen, die, pinselartig zusammentretend, eine Anzahl von Nervenstämmchen constituiren.

Aus dem Kerne entwickeln sich, ganz wie aus dem Vorderhorne, Fasern, Fibrae afferentes, welche über die Mittellinie hinwegtreten; sie

gelangen aber nicht weit auf die andere Seite, sondern ziehen, in der Raphe gekreuzt, hirnwärts, um sich innerhalb der Brücke mit anderen (aus dem Facialiskerne) zu vereinen. Das ganze Bündelchen gelangt dann in den Hirnschenkelfuss. Ist auch dieser Verlauf etwas abweichend von dem, welchen wir an den secundären motorischen Bahnen im Rückenmarke kennen gelernt, so ist er im Wesen doch der gleiche: Wurzel, Kern, gekreuzte Bahn zum Fusse.



Fig. 275.
Frontalschnitt durch den Kern des Nervus hypoglossus. Nach Koch.

Ein Netz, welches den Hypoglossuskern in seinen einzelnen Theilen verbindet, ist von besonderem Interesse; es kommt in dieser Art nur noch an einem Kerne, dem Oculomotoriuskerne vor. Es giebt aber auch keine anderen Nerven, deren Fasern immer so gleichzeitig und übereinstimmend in Action treten, wie die Hypoglossusfasern beim Schluckacte, die Oculomotoriusfasern bei der Augenbewegung.

Man kann jedoch in der Verlängerung des Hypoglossusnetzes hirnwärts, also dicht unter dem Ventrikelepithel, jederseits ein geflechtartiges Bündel markhaltiger Nervenfasern nachweisen, aus dem Fäserchen ventralwärts (zu den Kernen der Nerven) abgehen. Dies Bündel — dorsales Längsbündel, Schütz — liegt

in der Oblongata zwischen Vaguskern und Eminentia teres. Es ist bis in die Vierhügelgegend hinauf verfolgbar, wo es unter die Faserzüge des centralen Höhlengraues geräth.

Da ich Ihnen heute wesentlich schematisirte Abbildungen vorlegen musste, so wird es zweckmässig sein, wenn Sie zum Schluss der Vorlesung noch einen Blick auf die Fig. 277, Abbildung des Hypoglossuskernes, werfen. In allem Reichthum seiner Fasern und Zellen hat ihn Koch, dem wir die Kenntniss des Netzes verdanken, abgebildet.

Ventral vom Kerne liegen noch einige Zellanhäufungen (Roller's Hypoglossuskern), aus denen aber keine Hypoglossusfasern stammen.

Die Pyramidenkreuzung wurde bereits 1710 von François Petit entdeckt. Die Oliven sind zuerst von Vieussens beschrieben worden. Makroskopisch wahrnehmbare Veränderungen beim Uebergange vom Rückenmarke zur Oblongata, namentlich die Oberflächengestaltung kennt man durch Santorini, Reil, Burdach und Rolando. Die Nuclei arciformes und die sie bedeckenden Fibrae arciformes anteriores hat Arnold zuerst genau geschildert, der sie als „Vorbrücke" auffasste. Die Striae acusticae sind von Picolhomini entdeckt worden. Ueber ihre Beziehungen zum Hörnerven bestand schon in der vormikroskopischen Zeit ein lebhafter Streit. Eigentliche Aufklärung über den Bau des verlängerten Markes brachten aber erst die Untersuchungen von Stilling, Kölliker, Meynert, Schröder van der Kolk und Deiters. In neuerer Zeit ist namentlich den Nervenkernen dort eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden (Gudden, Roller, Freud, Duval, Koch, Darkschewitsch, v. Kölliker, S. R. y Cajal, Bechterew, v. Gehuchten, Marinesco und Andere), die zum Theil im Texte erwähnt sind.

Siebenundzwanzigste Vorlesung.

Die Medulla oblongata und die Haube der Brücke.

M. H.! Die letzte Vorlesung hat Sie gelehrt, wie durch Verlagern mächtiger Bahnen, durch Auftreten neuer Kerne und durch das Verschwinden der Hinterstränge die Oblongata sich ausbildet. Eine Anzahl von Faserzügen aus dem Rückenmarke haben wir aber noch nicht bis in die Höhen verfolgt, welche uns eben beschäftigen. Die Hinterstränge haben indirect ihre Fortsetzung in der Schleifenschicht gefunden, und eben dorthin sind auch diejenigen sensorischen Fasern zweiter Ordnung gelangt, welche in den Vorderseitensträngen aufsteigen. Die Pyramidenbahnen aus dem Vorder- und dem Seitenstrange liegen jetzt vereint ventral als dicke Pyramiden der Oblongata. Die Kleinhirn-Seitenstrangbahn behält bis hinauf in die Höhe der Olive ihre Lage ganz an der äusseren Peripherie. Dort beginnen die Fäserchen ihres dorsalen Theiles sich leicht ansteigend dorsalwärts dem Cerebellum zuzuwenden. Sie bilden dann bald den Kern eines mächtigen Bündels, das in dieser Höhe neu auftritt, des hinteren Kleinhirnarmes, Corpus restiforme. Der ventrale Theil bleibt bis hinauf in die Brücke an der alten Stelle liegen. Dann erst wendet er sich rückwärts zum Oberwurm hinauf.

Das Corpus restiforme entsteht lateral von dem oberen Ende der Hinterstränge zunächst dadurch, dass die Kleinhirn-Seitenstrangbahn dort, wie erwähnt, hinauf zum Kleinhirne zieht. Zu ihr nun treten als Verstärkung Fasern aus den Hintersträngen, welche, wie Sie an Fig. 268 und auch an Fig. 269 (links oben) sehen, ihr um die hintere äussere Peripherie der Oblongata herum zuwachsen, Fibrae arcuatae externae posteriores. Auch von vorn her gelangen Fasern dorthin. Diese, die F. arc. ext. anteriores, stammen wahrscheinlich aus der Schleifenschicht zwischen den Oliven, also aus den gekreuzten Hintersträngen, treten nahe der Mittellinie vorn an die Oberfläche und ziehen theils ventral, theils dorsal von den Pyramiden, zum Theil auch sie durchschneidend, nach hinten aussen zum Corpus restiforme. Die letzteren Fasern hat man auch als Fibrae arciformes der Pyramiden bezeichnet (Fig. 272 von vorn). In sie ist ein Kern von wechselnder Grösse, der Nucleus arcuatus (Fig. 276), eingelagert. So wachsen dem Corpus restiforme aus dem Rückenmarke zu: 1) die Kleinhirn-Seitenstrangbahn. 2) Fasern der gleichseitigen Hinterstränge, 3) Fasern wahrscheinlich aus den gekreuzten Hintersträngen.[1])

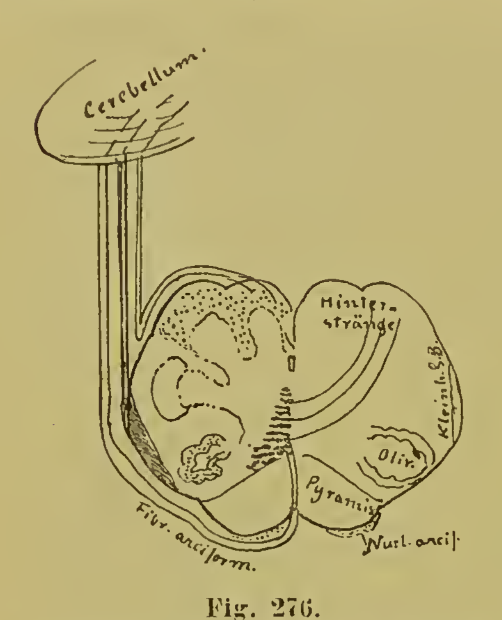


Fig. 276.

Ursprung des Rückenmarktheiles des Corpus restiforme. Die Fasern enden zumeist oder alle im Wurme.

In dem Fig. 269 abgebildeten Entwicklungsstadium sind nur die Rückenmarksfasern markhaltig. Sie können sich daher an diesem Schnitt gut über Lage und Ausdehnung dieses Theiles des unteren Kleinhirnarmes orientiren. Die verschiedenen Arten der Fibrae arcuatae s. auch Fig. 276.
Im Corpus restiforme ist aber ausser den Rückenmarksfasern noch ein zweites, viel mächtigeres System enthalten, das, weil es sich viel später als das erste mit Markscheiden umkleidet, von diesem getrennt werden muss. Es sind Fasern zur Olive der gekreuzten Seite. Da sie aus dem Kleinhirne kommen und nicht weiter als in die Oliven verfolgt werden können, wollen wir sie einstweilen Tractus cerebello-olivares des Corpus restiforme nennen. Erst durch sie wird der untere Kleinhirnschenkel zu einem mächtigen Gebilde.

Die Olive, Nucleus olivaris inferior, ist ein Hohlkörper von der Form eines Eies etwa, dessen Oberfläche ausserordentlich stark gefaltet ist. Medialwärts hat sie einen langen, breiten Spalt — Hilus nuclei oliv. Den vielgefalteten Querschnitten sind Sie bereits auf

---

1) Die sub 3 genannten Fasern bekommen Monate vor den Pyramiden und den Oliven, wahrscheinlich gleichzeitig mit den Hintersträngen, ihr Mark.

manchen Schnitten begegnet, die ich Ihnen vorgelegt habe. Die Olive hat frisch eine graue, durchsichtige Färbung, weil sie wesentlich aus dichter Gliamasse besteht, in die vielverästelte Ganglienzellen eingelagert sind. Diese Zellen senden einen langen Stammfortsatz aus (Vincenci), um sie herum verzweigen sich die Endpinsel eines anderen Fasersystems aus den Purkinje'schen Zellen (Kölliker).

Wohin die Axencylinder der Olivenzellen gehen, ist noch unbekannt. Kölliker denkt an Beziehungen zu den Seitensträngen des Rückenmarkes.

Die Tractus cerebello-olivares sind eine mächtige Fasermasse, die aus dem ventralen Rande des Corpus restiforme heraustritt, sich weiter in schön gekrümmten Bogenfasern herab zur Olive begiebt und dann von der Aussenseite, den Nucleus olivaris durchbrechend, in das Innere des

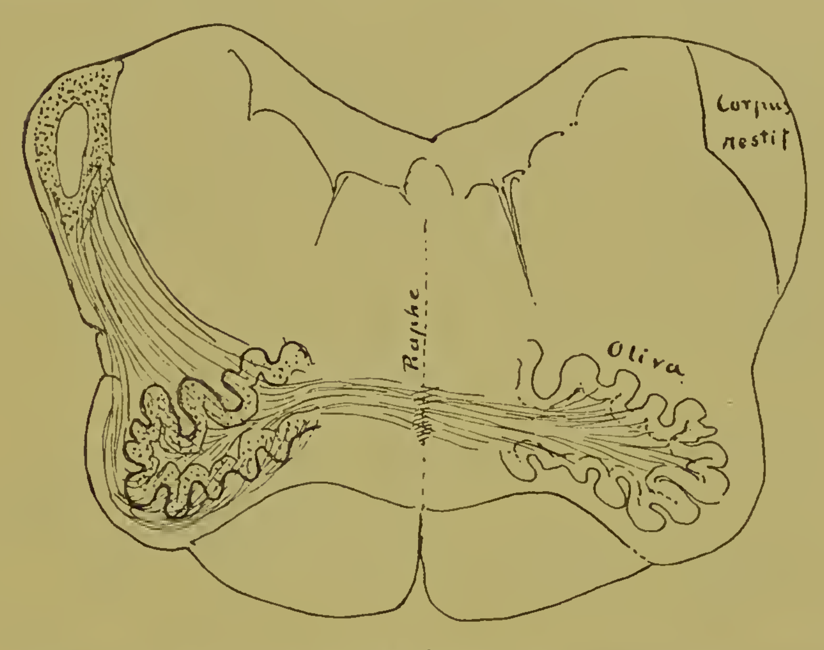


Fig. 277.

Der Kleinhirn-Olivonantheil des Corpus restiforme. Das weiss gelassene Feld im linken Corpus restiforme giebt die Lage des Rückenmarkantheiles an.

Olivenkörpers gelangt. Von da treten die Fasern, sich nun zu geschlossenerem Bündel wieder sammelnd, aus dem Hilus heraus über die Mittellinie, um in der gekreuzten Olive zu enden. Sie haben im allgemeinen den gleichen Verlauf wie die Fibrae arcuatae aus der Schleife und sind von diesen nur degenerativ zu sondern. S. Fig. 277. Wenn eine Kleinhirnhälfte verloren geht, atrophiren sie mit der gekreuzten Olive. Dorsal von der Olive ziehen im Bereiche der Substantia reticularis eine Anzahl Faserbündel, die mit Fasern aus dem das Ganglion umgebenden Geflecht im Zusammenhang stehen, in der Haube aufwärts, Bechterew's centrale Haubenbahn. Fig. 278. Sie sind von Flechsig bis in den Thalamus verfolgt. Siehe Fig. 290, Tractus thalamo-olivaris.

In der Höhe der Oblongata, wo der Vaguskern liegt, sind die meisten Rückenmarksfasern in das Corpus restiforme getreten. Ebenso enthält dasselbe dort schon einen Theil der Olivenbahn. Als dickes Bündel liegt nun der untere Kleinhirnarm lateral von den letzten Resten der Hinterstränge.

Es ist jetzt dasjenige Querschnittsbild entstanden, welches für die Oblongata typisch ist. Lassen Sie uns, nachdem Sie die Mehrzahl der dort vorhandenen Bildungen einzeln kennen gelernt haben, nun einmal dieses Bild in seiner Gesammtheit durchmustern. Manches noch nicht Erwähnte wird sich dann auch leicht einfügen. Fig. 278.

Ventral liegen die Pyramiden. Das lange dreieckige Feld querdurchschnittener Nervenfasern dicht hinter ihnen ist die Olivenzwischenschicht, die gekreuzte Fortsetzung der hinteren Wurzelfasern. Die Kerne der Hinterstränge liegen, nur noch von wenig Nervenfasern überzogen, dorsal aussen. Zahlreiche Fibrae arciformes internae entspringen dort und dringen, die Region zwischen Hinterhorn und Olivenzwischenschicht durchsetzend, in die Raphe und von da auf die andere Seite.

Ganz den gleichen Verlauf haben eine Strecke weit die Olivenkleinhirnfasern. Auf der Zeichnung sind sie allerdings punctirt, factisch aber sind beim Erwachsenen die beiden Arten von Fibrae arciformes internae nicht zu unterscheiden. Erst die Untersuchung der Markscheidenbildung hat ja ihre Trennung ermöglicht.

In der Mittellinie müssen sich natürlich alle diese Züge mit den von der anderen Seite kommenden kreuzen. Diese Linie mit ihren vielen Kreuzungen heisst Raphe.

Die Olivenzwischenschicht oder Schleife enthält in dieser Höhe ausser den in den Vorderseitensträngen aufgestiegenen Bahnen schon den grössten Theil der aus den Hinterstrangkernen stammenden. Diese letzteren gelangen weiter vorn wesentlich in die obere Schleife.

Beachten Sie auf dem Schnitte auch die aus der Schleifenschicht zum Vaguskern der gekreuzten Seite tretenden Fäserchen; sie sind das Analogon der Kreuzungsfasern aus dem Vorderseitenstrang zum Hinterhorn. die secundäre Vagusbahn.

Dorsal von der Schleifenschicht begegnen uns zum ersten Male wieder die Ihnen schon von der 7. Vorlesung her bekannten dorsalen Längsbündel. Schon im Bereich des Rückenmarkes haben wir ihre Fasern in der Tiefe des Vorderstranges getroffen. Fig. 262.

Beiderseits lateral von den Pyramiden liegen die unteren Oliven. Sie sind von den Fibrae arciformes durchbrochen, die, wie Sie jetzt wissen, zum Theil in ihnen enden, soweit sie aus dem Cerebellum stammen, zum Theil, soweit sie aus den Hinterstrangkernen kommen. sie nur durchziehen.

Lateral sowohl als dorsal von der Olive liegen die innere und hintere Nebenolive, Kerne, die ähnlich gebaut sind, wie die Oliven, und wie diese von den Fibrae arcuatae durchbrochen werden. Durch die erstere, die innere, treten namentlich die Fasern aus der einen zur anderen

Olive, die hintere wird wesentlich von den Hinterstrangfasern durchschnitten, wie das in der Zeichnung angedeutet ist.

Dorsal von der Olive liegt im Bereich der hinteren Nebenolive ein Markfeld, das von nun an mitten in der Haube immer sichtbar bleibt und bis über den Ursprung des Trigeminus hinauf mit Sicherheit verfolgt werden kann. Die Gesammtheit seiner Fasern — centrale Haubenbahn — verbindet wahrscheinlich die Olive mit dem Thalamus.

Die hintere Peripherie des Schnittes wird eingenommen von den Nervenkernen. Zu innerst liegt der Kern des Nervus hypoglossus,

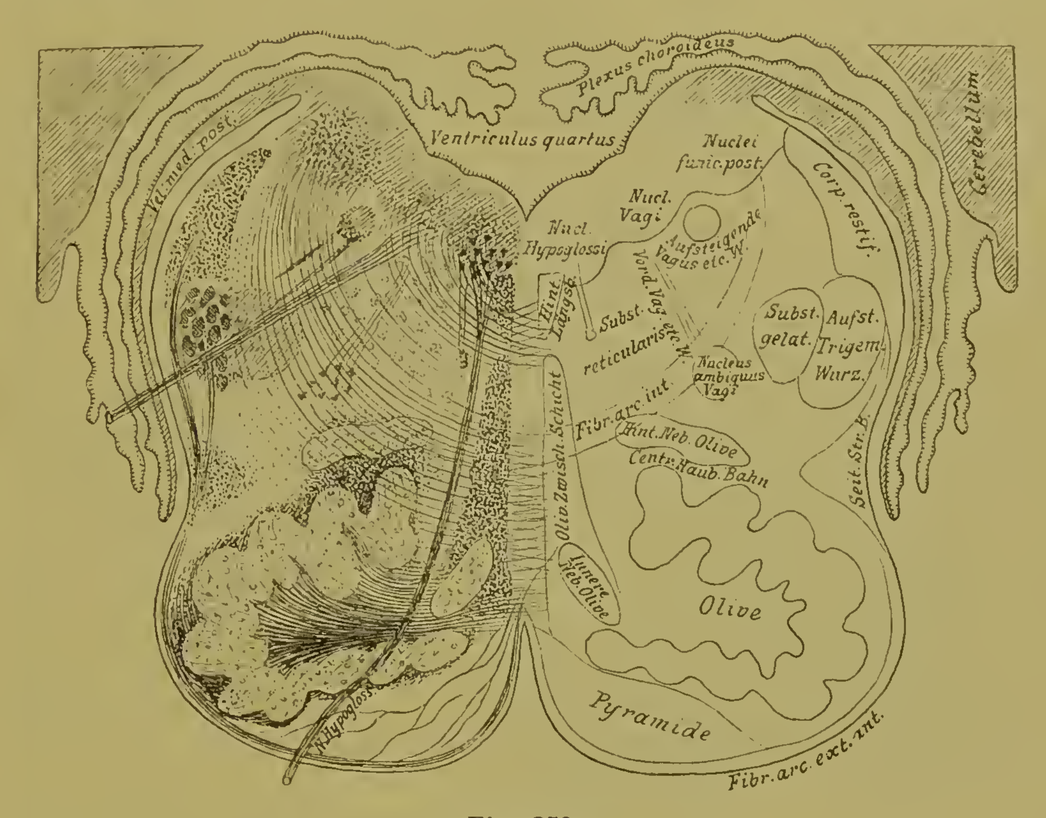


Fig. 278.

Schnitt durch die Medulla oblongata.

dessen Fasern, die Olivengegend durchbrechend, ventralwärts dringen (vgl. Fig. 275). Aus der Raphe ziehen zahlreiche Fasern in ihn. Nach aussen folgt dann der gemischte dorsale Kern des Vagus. Ein Rest der lateralen Vorderhornzellen liegt als ventraler oder motorischer Vaguskern dicht vor dem Hinterhorne. Die ihm entspringenden Fasern machen vor ihrem Auftritt ein Knie, um sich der Wurzel aus dem sensorischen Kerne zuzugesellen.

Das dünne Bündel querdurchschnittener Nervenfasern, welche nach aussen von dem vorhin genannten sensorischen Kerne liegt, ist die gemeinsame Vago-Glossopharyngenswurzel, der Fasciculus solitarius, mit dem ihm anliegenden Endkerne.

Nach aussen vom gemeinschaftlichen Kerne der zwei Nerven liegen,

nur noch von wenigen Nervenfasern bedeckt, die Kerne der Hinterstränge, nach vorn von ihnen finden Sie die Substantia gelatinosa vom Kopfe des Rückenmark-Hinterhornes. Sie ist aussen umschlossen von einem dicken, vielfach zerklüfteten Bündel markhaltiger Nervenfasern, das sie schon vom obersten Halsmarke an begleitet, frontalwärts aber etwas stärker wird. Dies Bündel kann bis hoch hinauf in die Brücke verfolgt werden. Dort gesellt es sich zu den austretenden Fasern des Trigeminus. Es ist die Radix spinalis Trigemini.

Das Gebiet zwischen den Oliven und den Kernen der Hinterstränge, welches nach aussen von der Kleinhirn-Seitenstrangbahn und der aufsteigenden Quintuswurzel, nach innen von der Schleife begrenzt wird, enthält ausser den zahlreichen Fibrae arciformes internae noch eine Anzahl von Fasern kurzen Verlaufes und ausserdem, zwischen diese gelagert, multipolare, zerstreut liegende Nervenzellen.

Das auf Querschnitten der Oblongata netzförmige Aussehen der Faserbündel rechtfertigt die Bezeichnung als Substantia reticularis. Die Summe der Ganglienzellengruppen hat Bechterew als Nucleus reticularis tegmenti bezeichnet und bis hinauf, nahe an die Vierhügel verfolgt. Die Zellen und die Fasern sind, soweit wir heute wissen, ganz vom gleichen Character wie die Associationszellen im Rückenmarke; sie verbinden mit ihren häufig getheilten Axencylindern verschiedene Höhen der Oblongata unter einander. Nur nimmt das ganze System, dem wir ja schon in den Seitensträngen des Rückenmarkes begegnet sind, hier in der Oblongata an Ausdehnung enorm zu. Es ist desshalb zweckmässig, dieses für das verlängerte Mark sehr characteristische Areal als Associationsfeld der Oblongata zu bezeichnen. Es ist früher (S. 82) schon mitgetheilt worden, dass dieser reichen Associationsfaserung wahrscheinlich die Oblongata die Fähigkeit zu der genauen Zusammenordnung der Functionen dankt, denen sie dient.

Wenn man nun weiter Schnitte durch das verlängerte Mark macht, so ändert sich für ca. 2 Mm. das Querschnittsbild wenig. Man sieht, dass der dorsale Vaguskern, weit hinaufragend, fortwährend an seinem ventralen Rande Wurzelbündel von der Peripherie empfängt. Aus dem Fasciculus solitarius wenden sich nahe der frontalen Spitze des Vaguskernes die Fasern des Glossopharyngeus in einzelnen Bündelchen nach aussen. Nur das Corpus restiforme nimmt jetzt an Umfang enorm zu. Treten doch hier zu ihm aus dem Cerebellum die Olivenfasern herab.

Die letzten Schnitte vor der Brücke (Fig. 279) zeigen, dass die Hinterstrangkerne verschwunden sind, dass an ihrer Stelle die enorme Fasermasse des Corpus restiforme liegt. Ihr ist innen ein neues Feld von Querschnitten angelagert. Es enthält die Kleinhirnzüge zum Acusticus und Trigeminus, sowie den Tractus cerebello-nuclearis zu den Kernen des sensiblen Gehirnnerven und der Hinterstränge.

Aus dem Corpus restiforme ziehen Fasern zu der in diesen Ebenen

schon stark verkleinerten unteren Olive. Die Schleife liegt noch wie sie auf dem letzten demonstrirten Schnitte lag, ebenso die centrale Haubenbahn. Neu aufgetreten sind drei Kerne. Einer, an der Stelle gelegen, von der weiter caudal die motorischen Vagusfasern entsprangen, sendet seine Fäserchen alle dorsalwärts und nach innen, wo sie sich bald nahe der Mittellinie zu einem Bündel sammeln werden, das ist der Facialiskern (Fig. 279). Der zweite Kern liegt nach aussen vom Corpus restiforme. Einstweilen sehen wir in ihm nur Fasern eintreten, welche von dorsalwärts, aus der Gegend des eben in dieser Höhe sichtbar werdenden

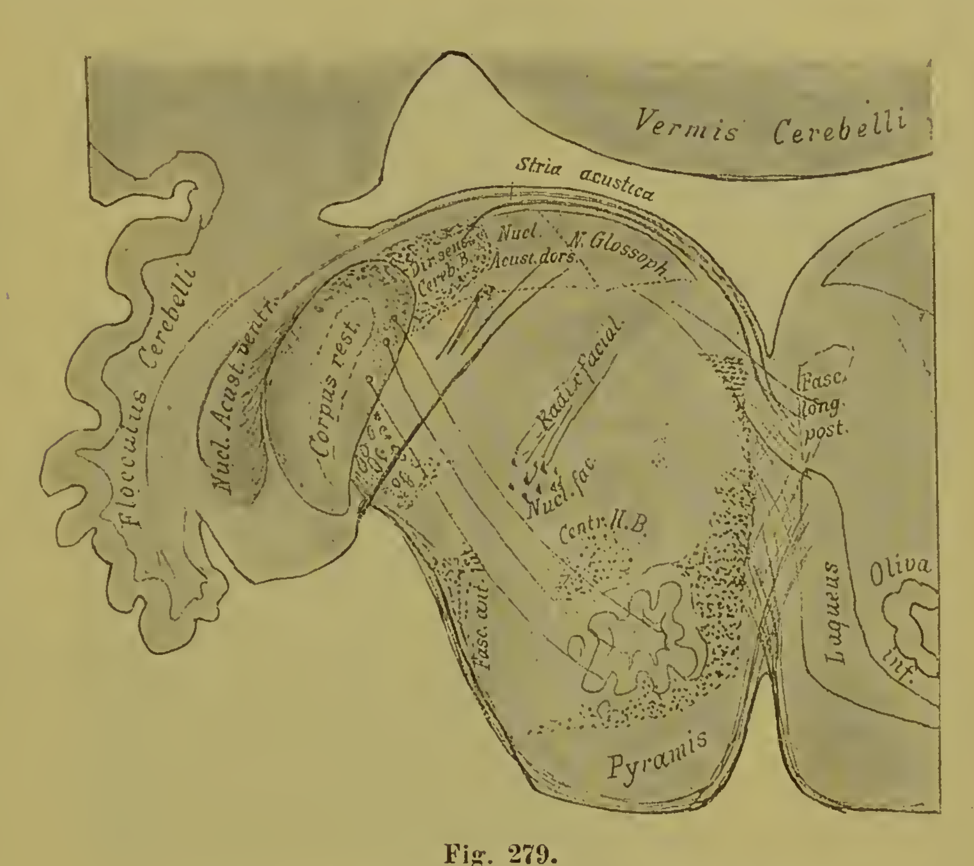


Fig. 279.

Die Zusammensetzung der Oblongata am caudalen Brückenrande.

dorsalen Acusticuskernes stammen, in den nächsten Schnitten aber werden Sie erkennen, dass hier ein sehr mächtiges Gebilde vorhanden ist, der ventrale — früher vordere — Kern des Acusticus. Beobachten Sie schon hier, wie er zwischen das Kleinhirn und das Corpus restiforme eingelagert ist. Eine Hervorragung lateral von ihm, an der Aussenseite der Oblongata, heisst Tuberculum acusticum.

Aufwärts schreitend sind wir jetzt an der Stelle angekommen, wo sich die ersten Brückenfasern aus dem Cerebellum über die Pyramiden an der ventralen Seite der Schnitte hinlegen.

Alle von nun ab zu demonstrirenden Schnitte werden desshalb im ventralen Abschnitte den viel durchflochtenen Fusstheil des Pons zeigen.

Er wechselt relativ wenig bis hinauf zu den Ebenen, die Sie schon in der 23. Vorlesung kennen gelernt haben.

Sehr viel complicirter als der Fussabschnitt ist aber der Haubentheil der Brücke gebaut. Denn hier beginnt ein Hirngebiet, in dem auf verhältnissmässig sehr engem Raum sich wichtige Formverhältnisse zusammengedrängt finden, die Gegend, in welche der Acusticus eindringt, und aus welcher der Facialis und der Abducens entspringen.

Der achte Hirnnerv besteht aus zwei Nerven, für die bekanntlich verschiedene Function nachgewiesen ist. Es ist desshalb der Vorschlag



Fig. 280.

Die wichtigsten Elemente, welche ein Schnitt in der Gegend des Acusticusursprunges aufweist.

gemacht worden, die beiden Bündel — Nervus cochleae und Nervus vestibuli — ganz zu trennen und den ersteren allein als Hörnerven, den anderen als Tonusnerven (Ewald) zu bezeichnen.

Der Nervus cochleae entspringt aus den Zellen des Ganglion spirale der Schnecke. Diese Zellen senden peripher einen feinen Ast aus, der sich rasch zwischen den Hörzellen aufzweigt, Fig. 20 b, während centralwärts, analog der hinteren Wurzel aus den Spinalganglienzellen zum Rückenmark, die Hörnervenwurzel, eben der Nervus cochleae, abgeht.

Auf dem Fig. 280 dargestellten Schnitt sehen Sie, wie dieser früher als „Radix posterior" bezeichnete Zug mit zarten Fasern in den oben schon erwähnten ventralen Acusticuskern eintritt. Er zweigt sich um die mächtigen Zellen dieses Kernes zu feinen Endbäumchen auf.

Zum kleineren Theile begiebt er sich in ein beim Menschen relativ dünnes, bei Thieren aber oft ganz mächtiges Ganglion, das zwischen Kleinhirn und Brücke dorso-lateral vom Cochleariskerne gelagert ist. Das ist das Tuberculum acusticum. Auch dieser Theil zweigt um Zellen herum auf. So hat das primäre Neuron des Cochlearis an diesen zwei Stätten sein Ende gefunden.

Aus beiden primären Endstätten entspringt ein neuer Faserzug, der in secundärer und tertiärer Verlängerung schliesslich in die laterale Schleife führt oder, besser gesagt, diese Schleife fast allein bildet.

1. Die Zellen des Nucleus ventralis senden ihre Axencylinder medialwärts, wo man sie als starken Zug geschlossen aus dem Kerne austreten sieht. Dieser Zug heisst Corpus trapezoideum. Er liegt direct dorsal von der Brückenfaserung und wird bei den Thieren, weil ihre Brücke kürzer als die des Menschen ist, frei an der Hirnbasis sichtbar. Siehe Fig. 281.

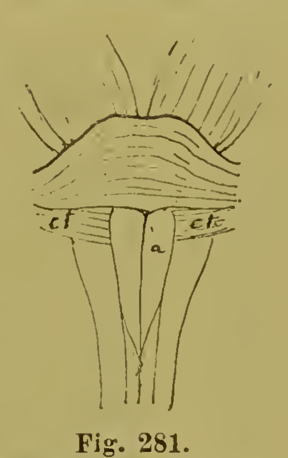


Fig. 281.
Medulla oblongata und Pons eines Affen, zur Demonstration des Corpus trapezoideum *ct.* *a* Pyramiden.

Mitten in den Trapezkörper sind überall grosse Zellen, Nucleus trapezoideus, Kölliker, eingelagert, die ihre Axencylinder in gleiche Richtung wie die dicken Trapezfasern aus dem Cochleariskerne senden. Die ganze, nicht unbeträchtliche Fasermasse zieht zu einer kleinen Gruppe von Ganglien, dem Nucleus olivaris superior, und zwar sowohl auf der gleichen Seite, als auch nach Ueberschreiten der Mittellinie zu denjenigen der gekreuzten Seite. Fig. 280. Hier scheint das zweite Neuron der Hörnervenbahn zu enden. Wenigstens habe ich an einem Hund, welchem die Schnecke exstirpirt war, mit der Osmiumchrommethode keine einzige degenerirte Faser weiter hirnwärts verfolgen können. In die obere Olive tauchen mit massenhaften Endverzweigungen die Fasern der lateralen Schleife. Durch diese ist eine Verbindung des Acusticus mit den hinteren und wahrscheinlich auch den vorderen Vierhügeln hergestellt.

Degenerationsbilder — Bumm, Baginski — lassen es als wahrscheinlich erscheinen, dass nicht nur die hier herabsteigenden Schleifenfasern massenhaft Collaterale um den oberen Olivenkern abgeben, sondern dass auch aus diesem selbst, aus dem Trapezkörper und aus den später noch zu schildernden Striae acusticae zahlreiche Züge hier in die Schleife eintreten und mit ihr hinauf bis zu den hinteren Hügeln ziehen. Dazu würden sich noch Fasern gesellen, die in den Kernen entspringen, welche in die laterale Schleife dicht hinter den Vierhügeln (s. Fig. 229 b. aussen)

eingelagert sind. Die laterale Schleife enthielte dementsprechend im Wesentlichen zahlreiche Neurone aus den, wohl tertiären, Acusticusendstätten.

2. Wenn Sie einen Blick von oben her auf die Rautengrube werfen, so fallen Ihnen regelmässig einige dicke Faserzüge auf, welche aus der

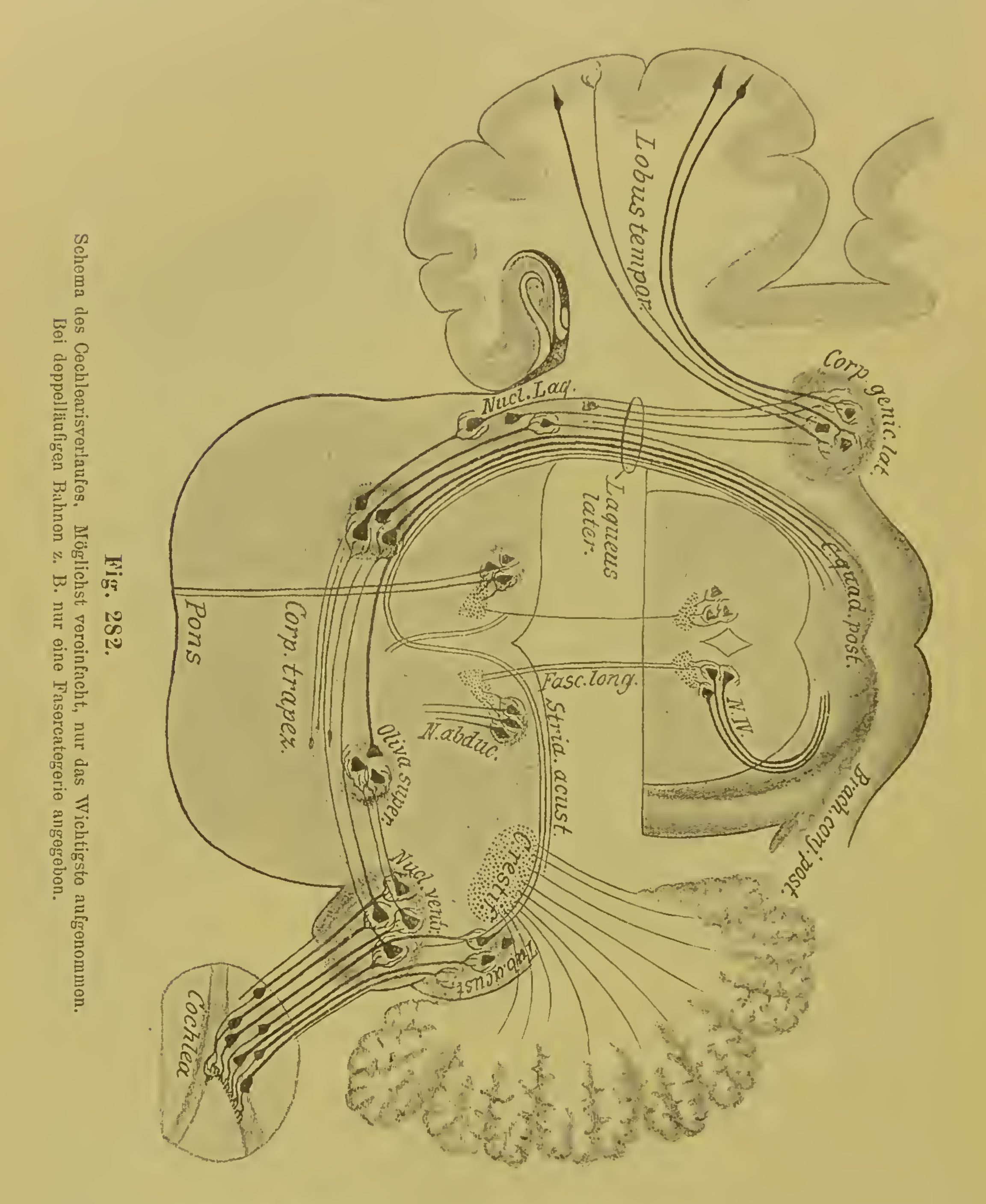


Fig. 282.
Schema des Cochlearisverlaufes. Möglichst vereinfacht, nur das Wichtigste aufgenommen. Bei doppelläufigen Bahnen z. B. nur eine Fasercategorie angegeben.

Raphe auftauchend lateralwärts ziehen und sich dicht am Cerebellum in das Gewebe einsenken. Sie entspringen nicht alle dicht neben einander, es kommt vielmehr nicht so selten vor, dass eines oder das andere dieser Bündel viel weiter vorn am Rautengrubenboden auftaucht und in relativ langem Zuge erst nach hinten streicht, ehe es sich den übrigen Bündeln

in Acusticushöhe zugesellt. Diese ganze Faserung wird als Striae acusticae bezeichnet: dem langen, gelegentlich nach vorn aberrirenden Bündel hat Bergmann den Namen Klangstab gegeben.

Wenn die erste Abtheilung des Cochlearis erst durch Vermittelung des Corpus trapezoideum und der oberen Oliven mit der Schleife in Verbindung getreten ist, so ist das für die im Tuberculum endende Bahn anders. Diese sendet ihre Züge ganz direct in die secundäre Acusticusbahn hinein, in die gekreuzte Schleife, und diese Fasern sind eben die Striae acusticae. Verfolgen wir den Verlauf noch einmal etwas genauer topographisch.

Die Striae entspringen aus dem Tuberculum acusticum, das zwischen Brücke und Kleinhirn liegt, zu kleinerem Theile übrigens auch aus dem grossen Cochleariskerne — Nucleus ventralis unserer Abbildungen — und ziehen dann, indem sie das Corpus restiforme lateral umgreifen, dicht unter dem Ependym des Ventrikels medialwärts. Nahe der Raphe senken sie sich in die Tiefe, und indem sie sich innerhalb der Raphe selbst etwas frontalwärts wenden und diese schliesslich überschreiten, gelangen sie auf die gekreuzte Seite, wo sie sich der lateralen Schleife anschliessen, deren Volum beträchtlich vermehrend.

Monakow sah die Striae atrophiren, als er hoch oben an den Vierhügeln die gekreuzte laterale Schleife zerstörte. Bumm und Baginsky sahen sie nach Zerstörung der Schnecke aufsteigend ebendahin entarten, also vierhügelwärts. Die laterale Schleife muss also Bahnen von zweierlei Verlaufsrichtung enthalten.

Sie erkennen als das Wichtigste an diesen etwas complicirten Verhältnissen, dass der Nervus cochlearis, nachdem er einmal im Cochleariskerne und im Tuberculum acusticum geendet hat, weiter seine höheren Bahnen zu den hinteren Hügeln sendet. Sie verlaufen auf dem Wege der lateralen Schleifenfaserung.[1] Doch geht nur ein Theil direct via Striae in die Schleife, ein zweiter, recht beträchtlicher, endet zunächst in den oberen Oliven, die er durch das Corpus trapezoideum erreicht, und erst von da entspringt die Schleifenbahn, die sich dann mit derjenigen aus den Striae acusticae vereint.

Die oberen Oliven, welche so in die centrale Hörnervenfaserung eingeschaltet sind, müssen wichtige Centren darstellen. Ihre Constanz durch die ganze Säugerreihe, ihre oft mächtige Entwicklung und vor allem die zahlreichen Fasern, welche zu ihnen in Beziehung treten, sprechen dafür. Es sind darunter Züge aus dem Cerebellum, die noch wenig bekannt sind, und ein mächtiger, auf Fig. 283 gut sichtbarer Zug zu dem Kerne des Nervus abducens. Da in ebendiesem Kerne aber Fasern enden, welche durch das hintere Längsbündel zu den anderen Augenmuskelkernen und in den Thalamus gelangen, so besteht hier offenbar ein zusammengehöriger, wohl organisirter Apparat, der wohl einmal experimentelle Durcharbeitung verdiente.

Viel weniger gut als der Nervus cochlearis ist der andere Zweig des Nervus octavus, der Nervus vestibularis bekannt.

Er stammt aus Ganglienzellen, welche im Labyrinth und auch noch innerhalb des Nervenverlaufes liegen. Diese senden einen Zweig hinein zum Epithel der Sinnesapparate in den Ampullen, wo er sich ausserordentlich fein um die Epithelzellenbasis herum aufzweigt, und einen zweiten hinaus in den Nerven.

Von den beiden zum Acusticus zusammentretenden Bündeln ist der Vestibularis das frontalere. Er tritt, medial vom Corpus restiforme und



Fig. 283.
Schnitt in der Gegend des Abducensursprunges. Ursprung des N. vestibularis.

der aufsteigenden Quintuswurzel, durch die Oblongata dorsalwärts, dem Bodengrau zu. Ein Theil seiner Fasern endet da in dem dorsalen Kerne mit Endaufzweigungen. Diese Fasern aber senden, ganz wie die in die Hinterstränge eintretenden Wurzeln der sensiblen Nerven, ehe sie im Grau sich aufsplittern, Fasern in caudaler Richtung, absteigende Acusticuswurzeln (Roller).

Der Nucleus dorsalis — Nucleus N. vestibularis — ist ein langgestreckter Körper von etwa prismatischem Querschnitte, der schon in den Ebenen caudal auftritt, wo die vorderen Vaguswurzeln abgehen. S. Fig. 280.

Ein nicht unbeträchtlicher Theil der Vestibularisfasern endet im ventralen Abschnitte des Wurmes, wo eine Ansammlung von Ganglienzellen und Endbäumchen, der Bechterew'sche Kern, sie aufnimmt. Vielleicht ziehen auch Züge weiter bis zu den Nuclei tegmenti. Fig. 240 links ist der ganze Verlauf dieses Vestibularistheiles sichtbar.

Dass dieser Kern wie alle anderen Acusticuskerne Fasern aus dem Kleinhirne selbst bekommt, ist bei Besprechung dieses Fasersystemes S. 338 mitgetheilt worden. Tractus cerebello-nuclearis.

Der Nucleus dorsalis ist durch eine Bahn mit der oberen Olive und durch lateral von ihm abgehende Züge mit dem Cerebellum verbunden.

Lateral vom Nucleus N. acustici dorsalis liegt das Feld der directen sensorischen Kleinhirnbahn. Die Bahn wendet sich in dieser Höhe als innere Abtheilung des Corpus restiforme kleinhirnwärts. Hier liegt der Deiters'sche Kern in sie eingebettet, siehe S. 340.

Zahllose Collateralen aus der Vestibulariswurzel umspinnen die mächtigen Zellen dieses Kernes, welche, wie Sie sich entsinnen, Bündel einerseits zum Rückenmarke und andererseits zum dorsalen Längsbündel abgeben. Die Bedeutung, welche man dieser Anordnung für den Gleichgewichts- und Tonusapparat des Körpers beilegen muss, habe ich Ihnen früher an dem Schema Fig. 242 erläutert.

Die Ursprungsverhältnisse des Acusticus, die lange dunkel waren, sind in den letzten Jahren durch verschiedene Forscher untersucht worden, die nicht alle zu den gleichen Resultaten gelangten, wie sie hier wesentlich auf Grund eigener Untersuchungen vorgetragen werden. Der Verfasser und Freud, welche an menschlichen Früchten untersuchten, kamen zu wesentlich gleichen Resultaten; Bechterew und Flechsig bestreiten, dass die vordere Wurzel aus dem dorsalen Kerne stamme, lassen sie vielmehr von Zellen in der Nachbarschaft des Deiters'schen Kernes heruntersteigen. Der Ursprung der hinteren Wurzel aus dem ventralen Kerne wird von allen Seiten zugegeben, Dieser Kern wird auch nach Ausreissung des Hörnerven atrophisch (Forel, Onufrowics, Baginsky). Eine sehr genaue Durcharbeitung des ganzen Apparates verdanken wir Kölliker.

Die für unsere Auffassung des Acusticus so wichtige Endverzweigung im Ohre, die Beziehungen der dort liegenden Ganglienzellen sind von Retzius und Gehuchten studirt worden. Für das feinere Detail der Aufsplitterung in den einzelnen Kernen bin ich wesentlich den Angaben von Held gefolgt, dessen auf die früheren Untersuchungen gestützte, wesentlich mit der Golgimethode ausgeführte Arbeit, neuerdings durch eine experimentelle Studie von Bumm vielfach bestätigt wird.

In den Schnittebenen, welche den ventralen Acusticuskern enthielten, ist auch der motorische Kern des Nervus facialis bereits sichtbar (Fig. 283). Er besteht aus einer langen Reihe von zu Gruppen angeordneten Zellen. Aus derselben entströmen fortwährend Fasern dorsalwärts Sie sammeln sich allmählich zu einem kräftigen Bündel, das, unter dem Boden des Ventrikels angelangt, plötzlich eine scharfe Wendung in frontaler Richtung macht, um dann ebenso scharf abbiegend sich ventralwärts nach der Aussenseite der Oblongata zu wenden. Die Facialiswurzel macht also ein doppeltes Knie. S. Figg. 280, 283, 284, 285. In dieses Knie ist der Kern des Abducens eingelagert.

Dem Stamme der Facialiswurzel schliessen sich Fäserchen aus der aufsteigenden Trigeminuswurzel an. Das ist vielleicht wichtig, weil wir wissen, dass aus diesem Theile des Trigeminus gerade die sensiblen Fasern für das Gesicht stammen.

Die Wurzeln des Abducens gelangen in mehreren Bündelchen gestreckten Verlaufes, welche die Haube und die Brücke durchsetzen, an der Brückenbasis nach aussen. Der Kern steht medial durch Fasern mit dem hinteren Längsbündel in Verbindung. Es wird behauptet, erscheint mir aber noch nicht genügend bewiesen, dass diese Fasern oben in den gekreuzten Oculomotorius eintreten. Ganz sichergestellt aber ist eine merkwürdige Verbindung des Abducenskernes mit der oberen Olive. Dieser Zug, den Sie auf der Fig. 283 parallel der Facialiswurzel dahinziehen sehen, muss den Acusticus in Verbindung mit den Augenbewegungsnerven setzen und ist vielleicht wichtig für die Aufrechterhaltung unserer Orientirung im Raume.

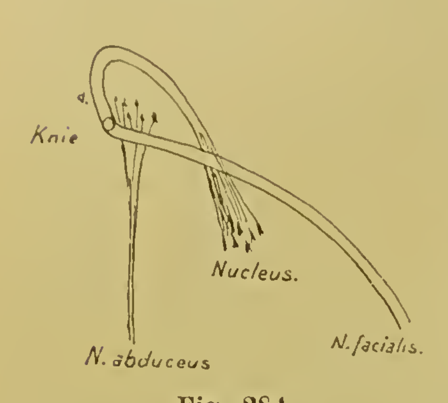


Fig. 284.

Schema des centralen Verlaufes des N. facialis und des N. abducens.

Wollen Sie, ehe wir weiter schreiten, noch einmal die übrigen, im Texte nicht mehr besonders genannten Haubengebilde aufsuchen, um ihre Lage und Gestalt in diesen Höhen kennen zu lernen. Eines, der Nucleus reticularis tegmenti, welcher gleichmässig mit den Fasern der Substantia reticularis über die Gegend zwischen der Raphe und der Facialiswurzel zerstreut liegt, ist in den Abbildungen, um deren Klarheit nicht zu beeinträchtigen, nicht eingezeichnet. Er wäre in allen Höhen, die wir auf Schnitten kennen lernten, zu sehen gewesen.



Fig. 285.

Schnitt durch die Austrittstelle des Nervus facialis und des N. abducens.

Die beistehende Abbildung (Fig. 285) schliesst sich direct an den Schnitt Fig. 283 an und soll nur zeigen, wie der Facialis sich nach kurzem Verlaufe ventralwärts wendet, und wie die directe sensorische Kleinhirnbahn jetzt aufwärts in das Cerebellum tritt. In dem letzteren sind in dieser Höhe schon die von vorn kommenden Bindearme zu sehen.

Sie erinnern sich aus dem vergleichend anatomischen Abschnitte, dass der Facialis bei den wasserlebenden Thieren einen mächtigen sensiblen Antheil besitzt, der bei den landlebenden Thieren verloren geht. Es hat sich nun gezeigt, dass das doch nicht so vollständig der Fall ist. Aus dem Ganglion geniculi Nervi facialis wächst nämlich, His, eine feine Wurzel — Nervus intermedius Wrisbergi — längs dem Facialisstamme in das Gehirn ein. Dort trennt sie sich vom Facialis, um (Duval) in jenem langen Glossopharyngeus- u. s. w. Kerne zu enden, welcher dem solitären Bündel anliegt.

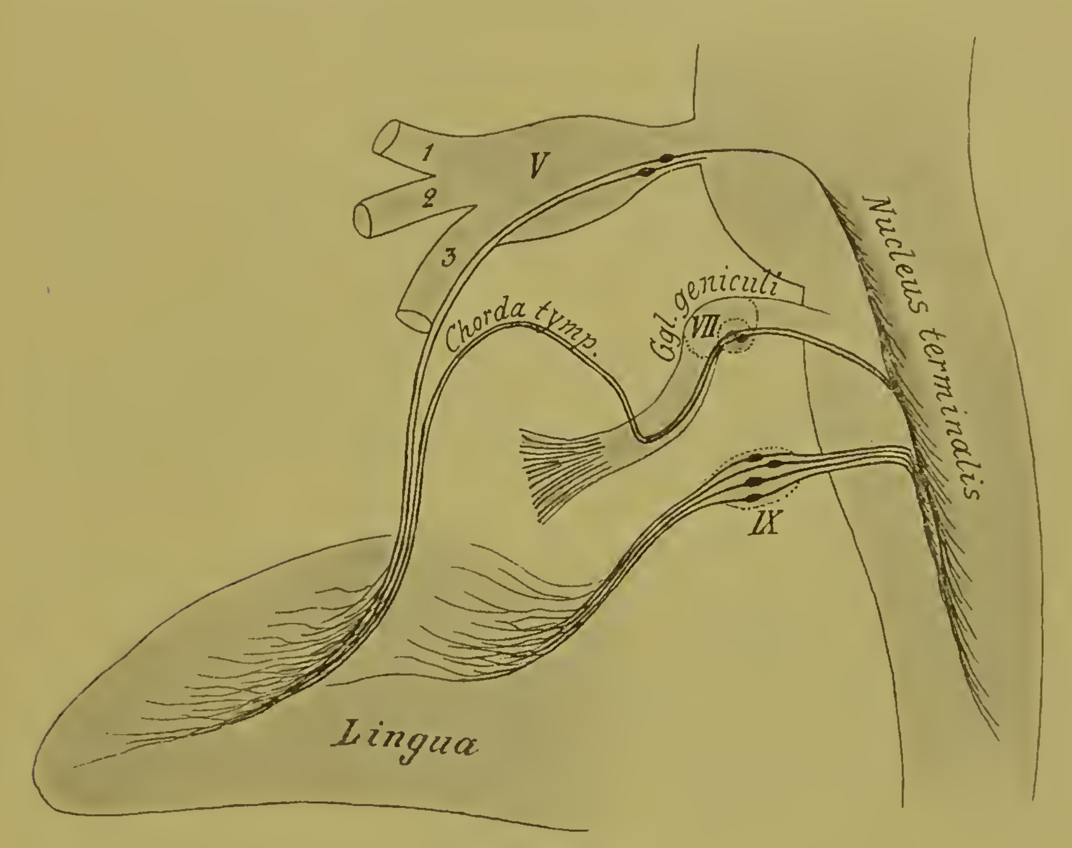


Fig. 286.
Die centralen Endigungen der Geschmacknerven.

Das Ganglion geniculi — im Wesentlichen übrigens (Lenhossék) ein Sympathicusganglion — wäre also der Ursprungskern des Nervus intermedius, der Fasciculus solitarius am frontalen Ende ein Endkern.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Fasern der Chorda tympani aus dem sensiblen Antheile des Ganglion geniculi stammen. Ihre der Geschmackempfindung dienenden Fasern würden also in dem gleichen Kerne enden, in welchen auch der Nervus Glossopharyngeus eintaucht. Ja, wir haben neuerdings durch Wallenberg erfahren, dass die Kernsäule des Tractus solitarius mit ihrem frontalsten Abschnitte auch die Geschmackfasern des Nervus trigeminus aufnimmt.

So sehen wir, dass alle Geschmackfasern zur Zunge, auch wenn sie aus verschiedenen Ganglien stammen, doch schliess-

lich ihre Wurzelfasern in den gleichen Endkern senden. Das beistehende Schema erleichtert das Verstehen der centralen Anordnung der Geschmackfasern.

Wenn einmal der Acusticus, der Facialis und der Abducens die Haube verlassen haben, wird das Bild, welches ihr Querschnitt bietet, natürlich wesentlich einfacher.

Wir betreten das Eintrittsgebiet des Nervus trigeminus. Zunächst tritt in der Fortsetzung des Facialiskernes, doch etwas dorsaler, der motorische Trigeminuskern auf. Aus ihm kommt, wieder in leichtem Knie, die motorische Wurzel, die Portio minor, welche die Kaumuskeln versorgt. Wahrscheinlich gelangen mit ihr auch Fasern heraus, welche aus dem gekreuzten motorischen Kerne stammen und durch die Raphe herübergelangen.

Es treten aber mit dem mot. Trigeminus auch Fasern aus der Brücke, welche nicht im motorischen Kerne, sondern hoch oben in der Vierhügelgegend entspringen, wo spärliche Ganglienzellen, seitlich vom Aquaeductus Sylvii (in Fig. 227 links oben) der Radix mesencephalica Nervi trigemini Ursprung geben.

Diese Zellen setzen sich caudalwärts, immer in der Seitenwand liegend, fort, und man kann eine grössere Ansammlung von ihnen durch das dünne Ventrikelependym als dunkle Gruppe vorn, jederseits am Anfang des Ventriculus quartus, durchschimmern sehen. Sie heisst dort Locus coeruleus.

Der Kern des Kaumuskelnerven ist im Wesentlichen gebaut wie die anderen motorischen Kerne im Rückenmarke. Neuerdings aber hat S. Ramon y Cajal an ihm ein eigenthümliches Verhalten aufgedeckt. Die Mittelhirnwurzel aus den grossen blasigen Zellen um den Aquaeduct sendet nämlich in den grossen motorischen Hauptkern eine ungeheure Menge der allerfeinsten Collateralen. Jede der Zellen ist von einem ganz dichten Netze solcher Fäden umsponnen. Der Entdecker dieses merkwürdigen Apparates ist der Ansicht, dass durch diese Collateralen es ermöglicht werde, dass ein relativ schwacher Reiz, von dem frontalen Kern ausgesendet, sich im Hauptkerne zu einer mächtig wirksamen Erregung umsetze. Es würden die grossen motorischen Zellen gewissermaassen geladen und könnten sich zeitlich einheitlich entladen, so die Kraft und das Zusammenspiel des Kauactes erzeugend.

Der Haupttheil des Nervus trigeminus, der sensible, entstammt zweifellos den Zellen des Ganglion Gasseri, deren peripher gerichteter Fortsatz ganz wie bei den Spinalganglienzellen zum Nerven wird, während ein central verlaufender als dicke „Wurzel“ in die Brückenfaserung eintritt. Diese durchbohrt er und senkt sich zu einem geringen Theil in den dort liegenden Endkern (sensibler Trigeminuskern) ein.

Da, wo die Fasern eintreten, theilt sich ihre Mehrzahl in einen feinen aufsteigenden und in einen absteigenden Ast. Der cerebralwärts ziehende endet bald in demjenigen Theile des Kernes, der frontal von der Eintrittsstelle liegt, aufgesplittert in kleinen Pinselchen, der spinalwärts ziehende endet auch unter Abgabe massenhafter Collateralen allmählich; aber der Kern, in dem das geschieht, die caudale Fortsetzung des schon genannten

Endkernes, ist ungemein lang und reicht als Nucleus terminalis N. trigemini hinab bis in das Halsmark. Auf diesem ganzen Wege wird

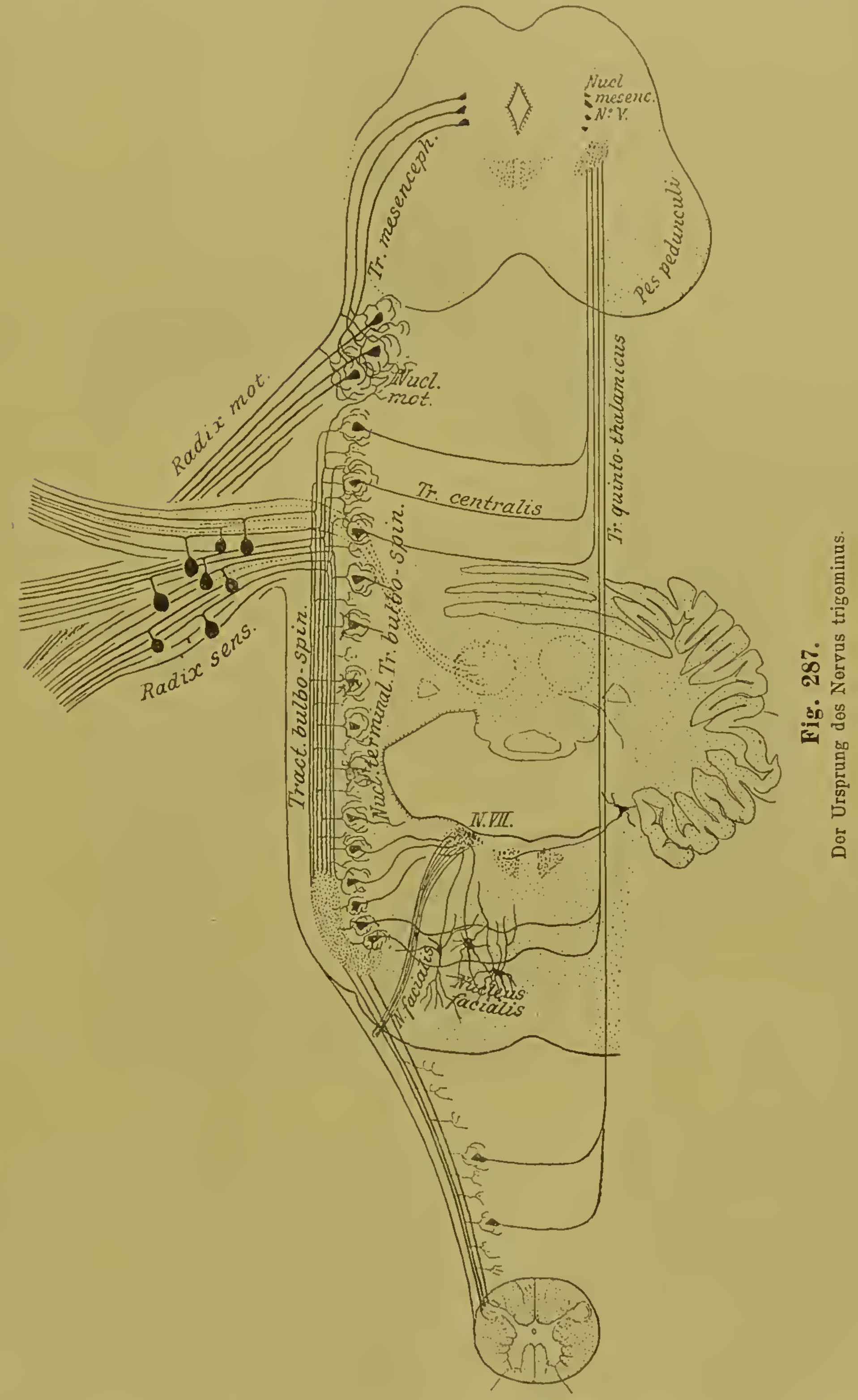


Fig. 287.
Der Ursprung des Nervus trigeminus.

er von der natürlich immer dünner werdenden Hauptmasse der Trigeminusfasern begleitet. Sein langes, im Querschnitt halbmondförmiges Bündel ist uns auf allen Schnitten vom Halsmarke an schon begegnet. Es liegt

dieser Tractus bulbo-spinalis Nervi trigemini der langen glasig aussehenden Säule des Endkernes überall dicht an, bis hinab in das Hinterhorn des Halsmarkes, wo er dann sich endlich erschöpft.

In dem Schema der Fig. 287 lege ich den Gesammtverlauf der einzelnen Trigeminuswurzeln Ihnen vor. Viele Details sind nach Präparaten von S. Ramon y Cajal eingezeichnet.

Aus dem langen Endkerne des sensiblen Trigeminustheiles entspringt die secundäre Trigeminusbahn. Schon vor Jahren ist mir auf Grund von vergleichend anatomischen Untersuchungen der Nachweis gelungen,

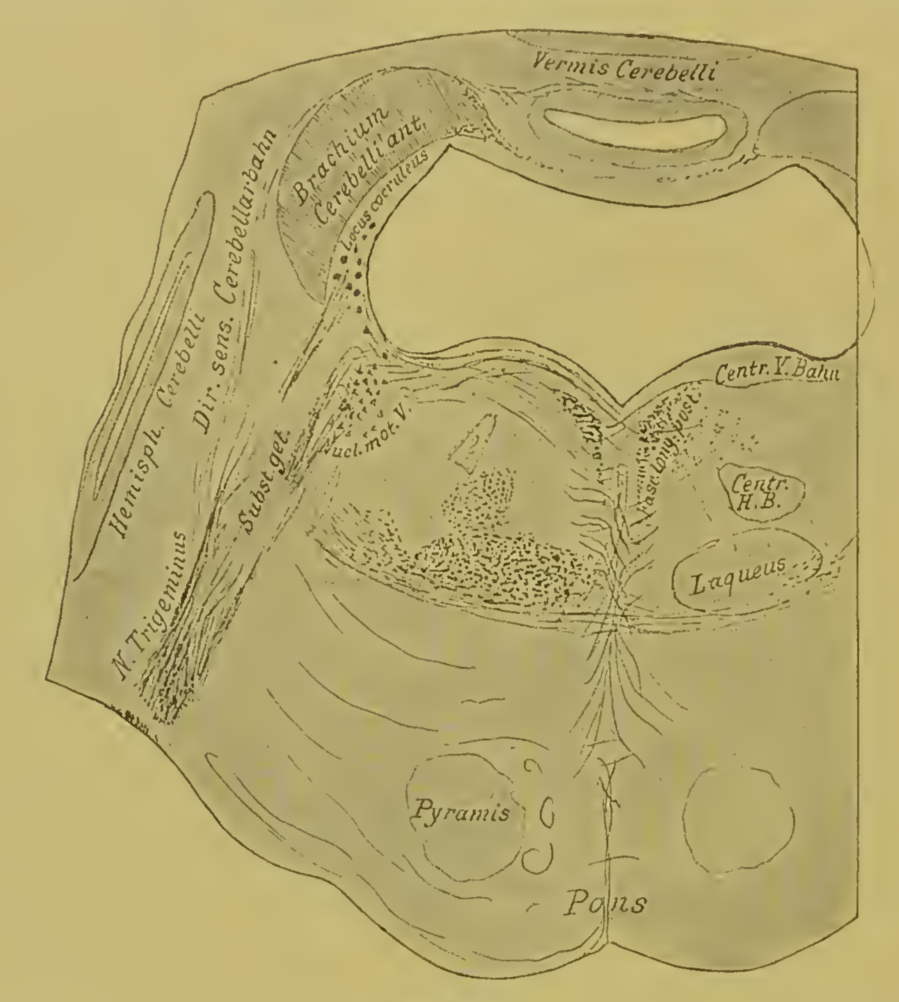


Fig. 288.
Schnitt an der Stelle, wo die aufsteigende Trigeminuswurzel nach aussen abbiegt. Trigeminuswurzeln.

dass es eine gekreuzte Bahn aus dem Trigeminusendkerne giebt, die hirnwärts zieht. Diese aus dem Endkerne überall austretenden und die Mittellinie überschreitenden Züge sind seitdem oft gesehen worden, aber es ist erst ganz vor kurzem Wallenberg ihre Durchschneidung und damit der Nachweis gelungen, wo das centrale Stück der Trigeminusbahn im Gehirne liegt und wo es endet. Seine Versuche sind an Kaninchen angestellt. Hier liess sich erkennen, dass der nach Abtrennung des Endganglions auftretende Degenerationsstreifen sich im unteren Oblongataabschnitte innerhalb des grossen Associationsfeldes, dicht unter den Hypo-

glossuskernen, gekreuzt von der Verletzungsstelle befindet und mit dieser durch lange Bogenfasern verbunden ist. Weiter hirnwärts findet man ihn immer lateral und etwas ventral vom Fasciculus longitudinalis posterior. Beim Menschen findet man an gleicher Stelle wie beim Kaninchen eine grosse Anzahl von Faserquerschnitten, s. Fig. 229a. Doch ist für diese noch nicht durch Degeneration der Nachweis erbracht, dass sie dem Trigeminus angehören. Vergl. auch Fig. 227 das Feld, das „aus Thalamus" bezeichnet ist. Im Mittelhirne findet man die centrale Trigeminusbahn lateral von den absteigenden Fasern der Commissura posterior, und schliesslich kann man sie nach Wallenberg bis in den ventralen Thalamuskern verfolgen, wo sie sich dann der oberen Schleife, resp. deren Endstätten, anreiht.

S. Ramon y Cajal hat die gleiche Bahn unabhängig von Wallenberg, wenigstens in ihren Ursprungsgebieten, entdeckt und uns eine sehr genaue Beschreibung des Baues jenes Endkernes gegeben, aus dem sie entspringt. Dieser enthält eine grosse Menge recht ansehnlicher multipolarer Zellen. Um dieselben splittert peripher die Trigeminuswurzel auf, und aus den Zellen entspringen die Axencylinder der centralen Bahn. Die Mehrzahl begiebt sich, ganz wie das oben angegeben wurde, hinüber auf die andere Seite und zieht da als dorsalste Lage der Substantia reticularis hirnwärts, eine Minderzahl aber soll nach R. y Cajal auf der gleichen Seite bleiben. Hier besteht noch ein Widerspruch mit den Ergebnissen, welche das Degenerationsexperiment geliefer hat.

Aus dieser centralen Trigeminusbahn gehen zahlreiche Collateralen in den Facialiskern, so den sensomotorischen Reflexbogen für das Antlitz herstellend. Durchschneidungen des Trigeminus sind wegen der dann wegfallenden sensiblen Controle von nicht unbeträchtlichen Bewegungsstörungen im Gesichte begleitet.

Aus dem Cerebellum zieht zu der Gegend des Quintusaustrittes ein mächtiges Bündel herab. Es degenerirt nicht, wenn der Nerv zerstört ist, gehört also einer secundären Bahn an. Wir haben in diesem Faserzuge den Quintustheil aus dem cerebello-nuclearen Systeme zu erkennen. Auf Schnitten hat man wegen der Gleichrichtung seiner Fasern mit den austretenden Wurzelfasern des Trigeminus den Eindruck, dass es direct in die Wurzeln hinein gehe. Die Degenerationsversuche sprechen aber dagegen.

Dass ein Theil des mit dem Trigeminus eintretenden Lingualis nicht im Trigeminuskerne endet, sondern in dem frontalsten Ende des Tractus solitarius, sich also zum gleichen Endkerne begiebt wie die anderen sensiblen Nerven aus der Zunge, das ist bereits früher S. 408 erwähnt worden.

Vom Abgange des Quintus bis hinauf zum Abgange des Trochlearis bietet die Haube der Brücke einen relativ einfacheren Bau, als wir ihn bisher an ihr erkannt haben.

Schon auf dem Schnitte, den ich Ihnen zuletzt demonstrirte, sahen Sie, dass von der grossen Masse des Cerebellums sich die Bindearme loszulösen begannen. Sie treten nun ganz heraus und legen sich zunächst lateral beiderseits an die Haube, so deren äusserste Begrenzung im dorsalen Gebiete bildend.

Die laterale Begrenzung weiter ventral, also direct über der Brückenfaserung, bildet die Schleifenschicht und zwar speciell die Tractus tecto-bulbares und tecto-spinales, also derjenige Theil der Schleife, welcher aus den Endkernen der sensiblen Nerven stammend als laterale oder untere Schleife bezeichnet wird. Wie in eine Hohlrinne ist der frontale Haubentheil in die Schleifenfaserung eingebettet (Fig. 289). Der horizontal liegende Theil dieser Rinne gehört zum grösseren Theile der medialen Schleife an, der Gesammtheit des Tractus thalamo-bulbares et thalamo-spinales. Er trennt in breiter Lage die Faserung der Haube von der im Ponsgebiete schon recht reichen Fussfaserung. So ist auch hier wieder

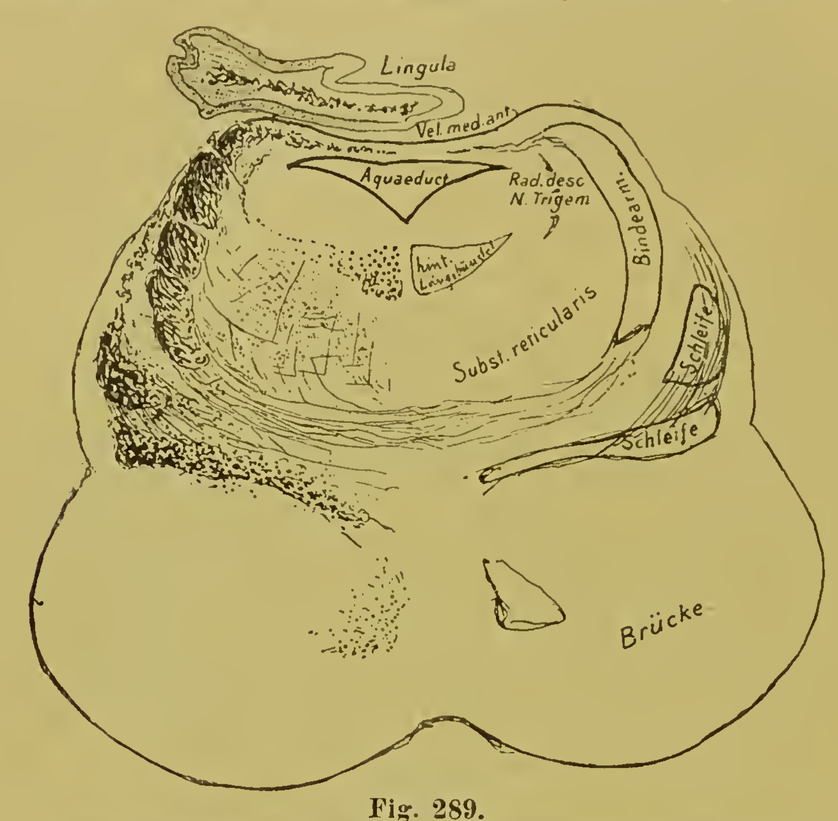


Fig. 289.
Schnitt durch die obere Brückengegend von einem Fötus aus dem neunten Schwangerschaftsmonate.

das Bild zu Stande gekommen, das Sie von der Vierhügelgegend her schon kennen und in der That bleibt es nun bis hinauf in jene so erhalten.

Die mediale Schleife zieht zunächst in der Schleifenschicht einfach hirnwärts und gelangt schliesslich, wie das früher schon geschildert worden ist, frontal von den Vierhügeln in die Gegend ventral vom Thalamus, wo sie in dessen ventralem Kerne ihr Ende findet.

Die laterale Schleife, welche ausser den Acusticusfasern alle Züge aus den tiefen Endkernen der sensiblen Nerven zum Mittelhirndache enthält, wendet sich in den Höhen, die hirnwärts zum Trigeminusanstritte liegen, aus der Schleifenschicht dorsal und zieht an der äusseren Seite der Brückenhaube schräg hinauf zu den Vierhügeln, unter denen sie verschwindet. Ihr gut ausgeprägtes Band ist seitlich am unverletzten Hirnstamme immer wohl erkennbar. Da, wo sich die Schleife dorsalwärts wen-

det. sind ihr Ganglienzellen eingelagert (lateraler Schleifenkern, Obersteiner). Diese Gruppe lässt sich vorwärts bis in den am äusseren Rande der Substantia nigra gelegenen oberen Schleifenkern verfolgen.

Dass die mediale Schleife vorwiegend in den Kernen der Hinterstränge endet, haben Flechsig und Hösel bewiesen.

Wir haben nun Schleifenfasern zu allen sensiblen Endkernen kennen gelernt. Die Schleife enthält eben die secundären sensorischen Bahnen und führt sie hinauf zu dem Mittelhirn und zum Thalamus. Monakow ist es gelungen, zu derselben Zeit den experimentellen Beweis für diese Auffassung zu erbringen, wo ich aus vergleichend anatomischen Gründen sie aufgestellt habe. Auf dem Wege der experimentellen Herstellung von Degenerationen lässt sich sogar der Schleifenantheil für einzelne Nerven, Trigeminus, Acusticus u. s. w. absondern.

In gleicher Horizontalebene mit der Schleife, dorsal von der Brückenfaserung, trifft man, ganz medial, noch ein Bündel dicker Fasern. Dasselbe stammt aus der Pyramidengegend des Fusses. Es wurde früher gezeigt, wie es sich dort loslöst und, den ganzen Fuss des Hirnschenkels nach innen umgreifend, an die mediale Seite der Schleife gelangt. Spitzka hat es aus vergleichend anatomischen Gründen sehr wahrscheinlich gemacht, dass dieses Bündelchen die centralen Bahnen für die motorischen Hirnnerven enthält. In der That kann man sich überzeugen, dass aus ihm fortwährend Fasern in die Raphe aufsteigen, und sieht am dorsalen Ende der Raphe Fasern über die Mittellinie hinweg nach den Kernen treten.

Hoche, welchem man die genauesten Untersuchungen über die centrale Bahn der motorischen Hirnnerven verdankt, sah nach Erweichungsherden in der ventralen Gegend der Centralwindungen degenerirte Fasern aus der betreffenden Pyramide in alle motorischen Hirnnervenkerne durch die Raphe aufsteigen. Sie versorgten jedesmal die Kerne beider Seiten. Ausserdem zeigte sich, dass schon im Hirnschenkelfussgebiete jenes eben beschriebene Bündel von der Hauptbahn abzweigt, welches wesentlich dem schon von der Pyramide her versorgten Facialis- und Hypoglossuskernen Fasern giebt. In Hoche's Fällen lag das Bündel weiter lateral als es in Figur 290 angegeben ist.

Wir kommen jetzt allmählich in die Gegend der Brücke, wo das Dach des Hinterhirns nicht mehr vom Kleinhirn, sondern vom Velum medullare anticum gebildet wird. Dort beginnt der Ventriculus quartus sich zum Aquaeductus Sylvii zu verengern.

Die einzelnen Bestandtheile, welche in dieser Höhe die Haube zusammensetzen, treten sehr deutlich hervor an dem vorstehenden, nicht schematisirten Querschnitt durch den obersten Theil der Brücke einer neun Monate alten Frucht. Im Fuss ist zu dieser Zeit nur ein kleines Bündel markhaltig. In der Haube aber sind die Schleifenschicht, dann die Bindearme, das hintere Längsbündel und viele Fasern der Substantia reticularis

vollkommen ausgebildet. Die Bindearme gehen oben in das Velum medullare anticum über, auf dem das vordere Ende der Lingula ruht. Unten, über der Schleifenschicht, sind schon die hintersten Fasern der Bindearmkreuzung zu sehen.

Die absteigende Trigeminuswurzel liegt zu beiden Seiten des Aquaeductus als dünnes Faserbündelchen. Nach innen von ihr, unter dem Boden des Aquaeductus oder dem vorderen Ende der Rautengrube, haben Sie sich die Zellen des Locus coeruleus zu denken, die an dem gezeichneten Präparate nicht ganz deutlich waren. Die Substantia reticularis besteht hier wesentlich aus Längsfasern, welche nicht höher als bis zum Niveau der vorderen Vierhügel zu verfolgen sind. Nahe der Mittellinie liegt beiderseits das hintere Längsbündel.



Fig. 290.

Schema eines Schnittes durch das frontale Ponsgebiet. Die Mehrzahl der bekannten Faserzüge eingezeichnet.

Es wird zweckmässig sein, wenn Sie nun einmal an einem schematischen Uebersichtsbilde die Gesammtheit der Faserzüge studiren, welche am frontalen Brückenende von einem Querschnitte getroffen werden. Ich demonstrire desshalb hier Figur 290.

Sie bedarf keiner Erklärung mehr, da sie Nichts enthält, was nicht bisher schon demonstrirt worden ist, und weil bei der Benennung der Faserzüge Anfang und Endpunkt angegeben wurde. Viele dieser Züge sind übrigens ganz oder theilweise doppelläufig, d. h. sie enthalten auf- und absteigend degenerirende Bahnen. Ein Faserbündel aus dem Striatum, welches innerhalb der Schleifenschicht angegeben ist, ist in den Endverhältnissen noch nicht bekannt. Seine Existenz wird von Held und von Tschermak behauptet, sie scheint mir aber degenerativ noch nicht ausreichend gesichert.

Die Faserung des Fusses und die sie durchflechtenden Züge der Brücke haben Sie bereits früher kennen gelernt. Es erübrigt noch, zu sagen, dass in den vorderen Ebenen des Pons sich ein Fasersystem findet, das kurz vor der Geburt markhaltig wird, aus der Brückenfaserung durch die Raphe aufsteigt und dann seine Züge nach rechts und links in die Substantia reticularis der Haube sendet. Nach Bechterew sollen sie in dem vordersten Theile des Nucleus reticularis enden.

Ganglien, ähnlich gebaut wie die Brückenganglien, sind dann zu beiden Seiten der Raphe und in dieser selbst bis in die Haube hinein zerstreut.

Von jetzt an ändert sich das Querschnittsbild der Haube bis in die Vierhügelgegend nicht mehr wesentlich. Die Schleife zieht auf der Aussenseite dorsalwärts. Die Bindearme rücken sich einander näher und kreuzen sich schliesslich weiter oben.

Achtundzwanzigste Vorlesung.

Schlussübersicht.

So hätten wir denn, meine Herren, in der letzten Vorlesung den Anschluss an jenen Theil der Haube erreicht, der Ihnen noch von der 23. Vorlesung her bekannt ist.







Fig. 291. **Fig. 292.** **Fig. 293.**

Drei Schnitte durch die Brücke und die Vierhügelgegend vom Neugeborenen, zur Demonstration des Verlaufes der Bindearme und der Schleifenschicht. Die letztere liegt dicht über den Ponsfasern; die Bindearme *B* (Fig. 291) treten in Fig. 292 weiter nach innen, ihre Kreuzung beginnt, die Fig. 293 auf der Höhe ist. Hämatoxylinfärbung.

Wenige Millimeter nach vorn von dem zuletzt geschilderten Querschnitte treten die Fussfasern aus der Brücke hervor, um als Pes pedunculi frei zum Gehirn zu ziehen. Wir hatten in der Oblongata nur die Pyramiden als einzige Bestandtheile des Fusses kennen gelernt, aus den Ganglien der Brücke aber haben sich nun die mächtigen Züge entwickelt, welche in der medialen und der lateralen Abtheilung des Fusses hinauf zur Rinde des Stirn- und Scheitellappens und zum Temporallappen gelangen.

Nun tritt im Hirnschenkel auch zwischen Fuss und Haube, beide trennend, die Substantia nigra auf.

Die Bindearme der Haube verlieren sich im rothen Kerne. An der Stelle des Velum medullare anticum zeigen sich im Dache die Vierhügel.

Einige schematische Abbildungen mögen die Art des Ueberganges aus der Brücke in die Vierhügelgegend klarer stellen.

Die Symptome, welche bei Erkrankungen des Pons und der Oblongata auftreten, sind in ihrer Gruppirung ein guter Prüfstein auf die Richtigkeit der Ihnen vorgelegten anatomischen Verhältnisse.

Auf kleinem Raume sind dort die wichtigsten Bahnen für die Bewegungen der Körpermuskulatur, für die Empfindung, die Sprechmuskulatur, den Schluckact u. s. w. vereint. Ein Herd braucht da nicht gross zu sein, um gar mancherlei Syptome hervorzurufen.

Die motorischen und sensorischen centralen Bahnen, welche aus der Rinde, aus dem Zwischen- und dem Mittelhirne stammen, durchziehen die Brücke und die Oblongata und geben dort nur die für die Ursprungs- und Endkerne der Hirnnerven bestimmten Fasern ab.

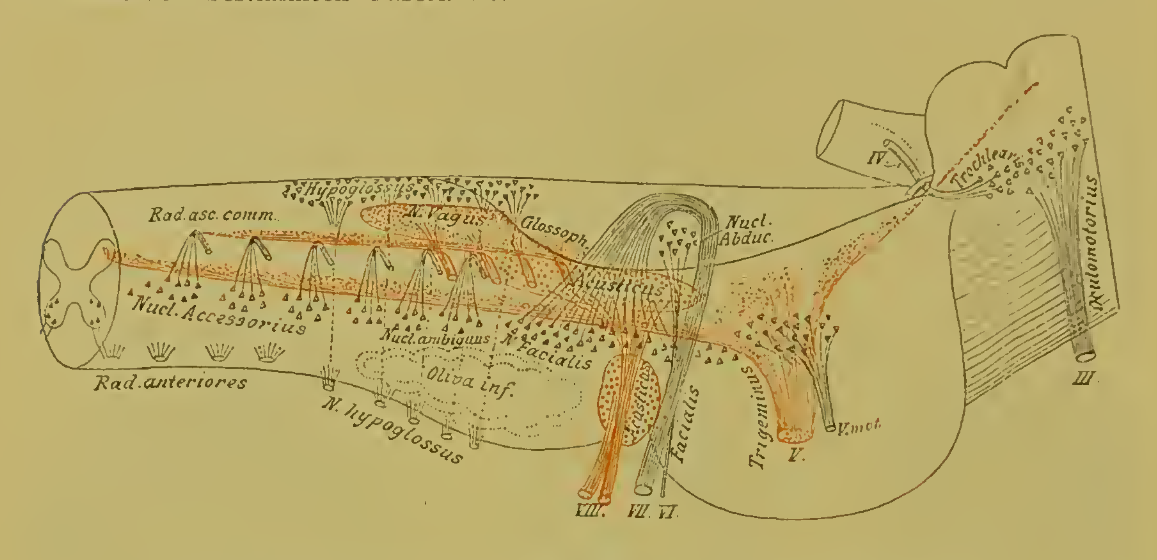


Fig. 294.
Die Lage der Hirnnervenkerne. Die Oblongata und Pons durchsichtig gedacht.
Die Ursprungskerne (mot.) schwarz, die Endkerne (sens.) roth.

Da eine Unterbrechung dieser langen Bahnen die gleichen Symptome machen wird, einerlei ob sie schon im Vorderhirne oder Mittelhirne oder erst im Nachhirne erfolgt, nämlich Anästhesie, resp. Lähmung auf der gekreuzten Seite, so ist es wichtig, zu merken, dass man nur dann eine Störung der Gefühls- oder Bewegungsbahn in Pons-Oblongata vermuthen darf, wenn gleichzeitig Symtome vorliegen, welche anzeigen, dass ein einzelner oder mehrere Hirnnervenkerne befallen sind.

Die Atrophie der Muskulatur, welche bei Affectionen der Kerne selbst auftritt, wird genau studirt werden müssen, wenn es gilt, den Ort und die Ausdehnung einer solchen Affection festzustellen. Fig. 294, welche die Lage der Nervenkerne auf den Längsschnitt einer Oblongata projicirt darstellt, wird Ihnen diese Aufgabe wohl etwas leichter machen, als die früher demonstrirten Bilder von Querschnitten der Nervenursprünge es vermögen.

Sprech-, Athem-, Schluckbeschwerden werden wahrscheinlich durch einen Herd in der Oblongata, Kaulähmung (motorische Portion des N. trigeminus), Facialislähmung, Abducensaffection durch einen Brückenherd bedingt sein.

Da jedoch die centralen Fasern zu den Nervenkernen der Oblongata die

Brücke passiren, so können auch Schluckstörungen u. s. w. gelegentlich durch dort sitzende Erkrankungen erzeugt werden.

Die motorischen Bahnen für die Extremitäten liegen vorn ventral in den

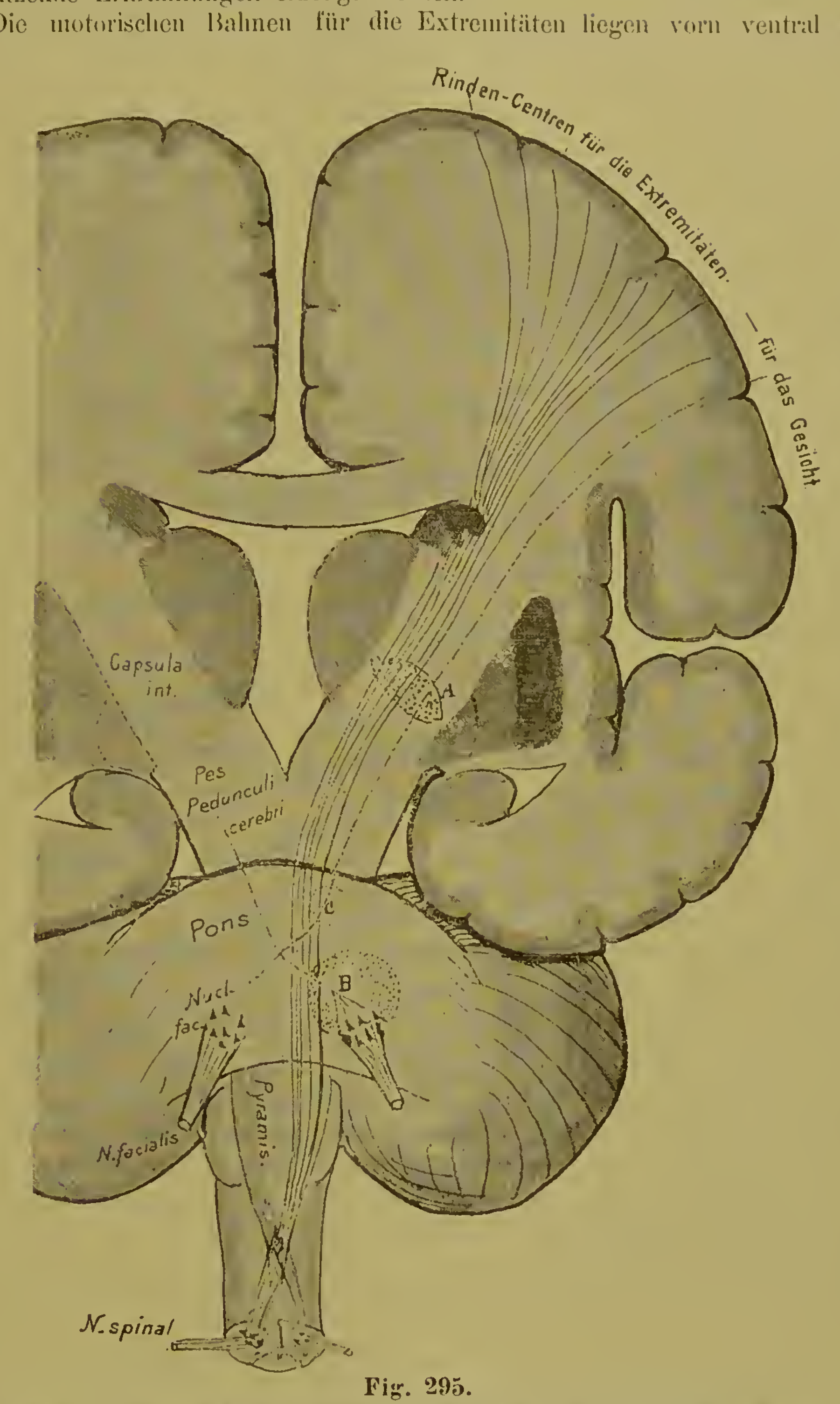


Fig. 295.

Schema der motorischen Innervationsbahn für den Facialis und die Extremitätennerven. Frontalschnitt durch Grosshirn, Hirnschenkel, Brücke, verlängertes Mark und Rückenmark.

Pyramiden, sie treten erst sehr viel weiter hinten, gerade vor dem Rückenmarke, auf die andere Seite. Die motorischen Fasern für die Hirnnerven aber liegen nahe der Medianlinie, steigen in der Raphe der Haube dorsal und kreuzen ganz nahe an den Nervenkernen selbst zu diesen hinüber.

Ein Erkrankungsherd in der Brücke wird desshalb in den meisten Fällen zwar die Extremitäten auf der gekreuzten Seite, den Facialis, Abducens oder Trigeminus aber auf der gleichen Seite treffen, wo er selbst sitzt. Das Schema Fig. 295 versucht, dieses wichtigste Symptom vieler Pons- und Medullaaffectionen, die gekreuzte Lähmung, Ihrem Gedächtnisse fester einzuprägen, als es das geschriebene Wort vermag. Es stellt die Bahn der motorischen Innervationen für den Antlitznerven und für die Extremitätennerven dar. Sie sehen an der Zeichnung, dass ein Herd bei *A* im Grosshirn oder in den Hirnschenkeln rechts den linken Facialis und die linksseitigen Extremitäten lähmen wird, dass aber eine Erkrankung bei *B* im Bereich der Brücke rechts, die Extremitäten wohl links, den Facialis aber rechts treffen kann, dass ein solcher Herd die Mittellinie überschreitend eventuell beide Faciales und die Extremitäten einer Seite ausser Gebrauch zu setzen vermag. Sie sehen auch an dem Schema, dass Krankheitsherde in der Brücke (bei *C*) so sitzen können, dass sie halbseitige, nicht alternirende Hemiplegie erzeugen, dass sie also dieselben Symptome machen, wie wenn sie im Grosshirne sässen. Alternirende Lähmungen können, wenn sie nicht durch verschiedene Herde erzeugt werden, überhaupt nur durch Ponsaffectionen oder durch solche Geschwülste u. dergl. hervorgerufen werden, die ventral vom Pons sitzend die Hirnnerven im peripheren Verlauf und die Pyramidenbahnen zerstören. Da ausser dem Facialis noch der Abducenskern und der Quintuskern in der Brücke liegen, so können natürlich auch diese an den mannigfachen Modificationen sich betheiligen, die bei Brückenerkrankungen im Bilde der wechselständigen Lähmung eintreten können. Wie sich der Acusticus verhält, ist noch unsicher.

Durch die Brücke verlaufen auch die Fasern zu den Nervenkernen der Oblongata, welche die Muskeln innerviren, die der Rede dienen. Desshalb kommen bei Pons und bei Oblongataerkrankungen oft trotz vollkommen intactem Sprachvermögen Sprechstörungen vor. Man bezeichnet sie, je nach dem Grade, als Dysarthrie oder als Anarthrie.

Erkrankungen in der Haube der Brücke und der Oblongata können auch zu Störungen der Sensibilität führen. Wir haben Grund, anzunehmen, dass in der Schleife die centralen Gefühlbahnen liegen, und dass namentlich die mediale Schleife die Bahnen enthält, welche der so wichtigen statischen Sensibilität dienen. Desshalb werden nach Unterbrechung der Olivenzwischenschicht in der Oblongata leicht Muskelsinnstörungen beobachtet. Aber es hat die neuere klinische Forschung es durchaus wahrscheinlich erscheinen lassen, dass, in der Oblongata wenigstens, die Bahnen für den Tastsinn der Haut nicht in der Medianebene liegen, sondern den Längsbahnen angehören, welche lateral von der Olivenzwischenschicht angetroffen werden. In der Brücke können jedenfalls auch lateral gelegene Erkrankungen gekreuzte Gefühlsstörung hervorrufen. Liegt aber ein Herd irgendwo in der Haube der Oblongata oder Brücke, so trifft er nicht nur jene centralen Bahnen, die immer zum Kerne gekreuzt verlaufen, sondern auch das periphere Stück vieler sensiblen Nerven. Es kann z. B. ein Herd seitlich in der Oblongata rechts den spinalen Quintuszug und die gekreuzten sensiblen Bahnen treffen, also rechtsseitige Gesichts- und linksseitige Rumpfanästhesie erzeugen.

Gewöhnlich zerstört eine einzelne Erkrankung nicht alle sensiblen centralen und peripheren Bahnen, erzeugt also nicht wie die vom Grosshirnmarke ausgehende Erkrankung complete Hemianästhesie. Der eine oder der andere Nerv bleibt zumeist frei. Namentlich gilt dies von den Geschmacksbahnen und den Hörbahnen, von denen nur selten complete intrapontine Leitungsunterbrechung bekannt wurde.

Sitzt ein relativ breiter Herd irgendwo median, so kann natürlich doppelseitige Hemianästhesie entstehen, jedenfalls ein ungewöhnlich seltenes Vorkommniss.

Kaustörungen, Schluckstörungen kommen natürlich ebenfalls zur Beobachtung, da ja die Kerne des motorischen Trigeminus, des Glossopharyngeus, des Hypoglossus leicht mitgetroffen werden können.

Ob eine Erkrankung in dem verlängerten Mark oder in der Brücke ihren Sitz hat, ist oft schwer zu entscheiden. Durch die Lage des motorischen Vagus-, Accessorius-, Glossopharyngeuskernes wird es bedingt, dass Heiserkeit, Stimmlosigkeit, dann Respirationsstörungen wesentlich nur bei Herden in der Oblongata beobachtet werden. Sprechstörungen, Dysarthrie, Anarthrie (Nucleus N. hypoglossi), Circulationsstörungen kommen ebenfalls häufiger durch Oblongataaffection zu Stande.

Fast alle diese Symptome können in seltenen Fällen auch durch Grosshirnaffectionen bedingt sein, da ja Zerstörung des centralen Verlaufes der Hirnnervenfasern ganz wie die des Kernes oder des peripheren Nerven zu Lähmung führt. Lähmung verschiedener von Oblongatanerven versorgter Muskeln ist nur dann mit Sicherheit auf einen Herd im verlängerten Mark zu beziehen, wenn gleichzeitig Muskelatrophie besteht, und eine Zerstörung des eigentlichen Nervenstammes nach seinem Abgang vom Centralorgan auszuschliessen ist.

Begegnet Ihnen einmal ein Fall der durch die Combination seiner Symptome, Betheiligung ausgebreiteter Leitungszüge und nur einzelner Hirnnerven, wechselständige Gefühls- oder motorische Ausfallerscheinungen, den Gedanken aufdrängt, dass in der Oblongata oder Brücke die Unterbrechungsstelle liegen müsse, so wird es immer am einfachsten sein, wenn Sie an einer der früher gegebenen Abbildungen studiren, ob sie eine Stelle enthält, durch deren Zerstörung alle Unterbrechungen entstanden sein könnten. So wird es in vielen Fällen gelingen, ziemlich genau Ausdehnung und Lage des Herdes zu ermitteln. Versäumen Sie aber nie, gleichzeitig, Fig. 207, die Abbildung der basalen Ansicht des Gehirnes zu studiren, weil auch durch Erkrankungen an der Hirnbasis sowohl Druck auf längere Bahnen als Zerstörung einzelner Nervenäste bedingt werden kann.

Meine Herren! Unsere Aufgabe ist im Wesentlichen erledigt. Eine grosse Anzahl wichtiger Fasersysteme wurde in ihren Lagerungsverhältnissen zu den grauen centralen Massen studirt und in ihrem Verlaufe vom Vorderhirn bis gegen das Ende des Mittelhirns hinab, oder vom Rückenmark bis zur gleichen Höhe aufwärts verfolgt. Doch erscheint es zweckmässig, einzelne von ihnen nochmals kurz im Zusammenhang zu betrachten; entweder weil sie von besonderer Dignität in physiologischer und pathologischer Beziehung sind, oder auch weil Ihnen die Uebersicht über deren Gesammtverlauf durch die nach der 23. Vorlesung in didaktischem Interesse eingetretene Unterbrechung der continuirlichen Verfolgung erschwert wird.

Lassen Sie sich diese nochmalige kurze Darstellung auch als Führer zu einer Art Repetition dienen, die Sie an der Hand der Abbildungen leicht vornehmen können.

1. Die motorischen Nerven sind die verlängerten Axencylinder der grossen Ganglienzellen in den motorischen Kernen des Rückenmarkes und des Gehirnes. Um diese Ganglienzellen verzweigen sich die Endausläufer der centralen motorischen Bahn. Diese verläuft, zum guten Theil wenigstens, in der Pyramidenbahn.

2. Die Pyramidenbahn, die wichtigste Bahn des motorischen

Innervationsweges, zieht aus den oberen $^2/_3$ der Centralwindungen und des Paracentrallappens hinab zu einer Stelle, die hinter dem Knie der Capsula interna liegt. Von da gelangt sie in den Hirnschenkelfuss, dessen mittleres Drittel etwa sie einnimmt. Im Pons werden ihre Fasern nur wenig durch Querfasern zerspalten. Wenn sie aus der Brücke auftaucht, liegen ihre Züge als zwei mächtige Bündel der Oblongata ventral an. So zieht sie hinab zum Rückenmark. Dort tritt der grösste Theil ihrer Fasern hinüber in den Seitenstrang, ein kleinerer (Pyramidenvorderstrang) bleibt auf der gleichen Seite. Beide Faserantheile treten durch abgehende Collateralzweige in Beziehung zu den Vorderhornzellen derjenigen Seite, welche dem Pyramidenursprung in der Rinde gegenüber liegt. Aus diesen Zellen entspringen die motorischen Wurzeln.

3. Die centrale Bahn der motorischen Hirnnerven ist nur näher bekannt für den Facialis und für den Hypoglossus.

Die Facialisbahn entspringt im Bereich des unteren Drittels der Centralwindungen, wahrscheinlich nur für die unteren Aeste, der Ursprung des Stirnantheiles ist unbekannt (Gyrus angularis?), zieht dann einwärts über den Nucleus lentiformis quer hinweg und liegt schliesslich in der inneren Kapsel der Pyramidenbahn sicher sehr nahe. Jedenfalls lässt sie sich im Hirnschenkelfuss von jener nicht (klinisch) trennen. Ihre Züge verlassen dann wahrscheinlich mit dem mehrfach genannten „Bündel vom Fuss zur Haube“ den allgemeinen motorischen Innervationsweg. Sicher sind sie in der Brücke von jenem getrennt (s. Schema Fig. 295). Wie sie an den Kern herantreten, ist noch unbekannt. Jedenfalls aber gelangen sie in den gekreuzten Facialiskern, der im caudalen Theil des Pons liegt. Aus diesem entspringt der Nerv.

In dem ventralsten Theile der vorderen Centralwindung liegt wahrscheinlich das Rindengebiet des Hypoglossus. Jedenfalls zieht aus dieser Gegend ein Bündel ventral vom Facialisbündel herab, dessen Unterbrechung zuweilen doppelseitige Hypoglossusstörungen erzeugt. Auf seinem Wege von der Rinde zur Capsula interna zieht es über die obere Kante des Linsenkernes hinweg und muss dicht nach aussen vom caudalen Abschnitte des Nucleus caudatus-Kopfes der Sprachbahn sehr nahe kommen. In einem von mir beobachteten Falle unterbrach ein Herd, der kaum die Grösse und Dicke eines Fünfpfennigstückes hatte, an dieser Stelle beide Bahnen. In der Capsula liegt die Hypoglossusbahn wahrscheinlich zwischen der des Facialis und der Extremitäten. Innerhalb der Brücke müssen ihre Fasern bereits von der Pyramide gesondert sein, sie ziehen wahrscheinlich aus dem vorhin erwähnten Bündel medial von der Schleife in der Raphe rückwärts und aufwärts. Erst in der Oblongata treten sie zum gekreuzten (und gleichseitigen?) Kerne. Aus diesem entspringt der Nerv.

4. Die motorische Sprachbahn. Wir kennen von dieser mit aller Sicherheit erst wenige Punkte: den Ausgangspunkt in der unteren Stirnwindung, den Endpunkt in den Kernen des Facialis und Hypoglossus und zwischen beiden einen Punkt, der nach aussen vom Schwanz des Nucleus

caudatus liegt. Wahrscheinlich (Wernicke) zieht die Bahn von der Broca'schen Windung — untere Stirnwindung — etwas medianwärts und bedeckt von der Insel in fast horizontalem Verlauf dorsal von der Capsula externa dahin. Ihre Fasern gelangen dann in den caudal von dem motorischen Gebiete liegenden Theil der inneren Kapsel und von da jedenfalls in den Hirnschenkelfuss. Innerhalb der Brücke müssen sie sich allmählich aus der Fussfaserung zur Haube hinauf erheben. Von allen den eben erwähnten Punkten aus sind bei Erkrankungen Sprachstörungen beobachtet worden.

Jeder motorische Nerv entspringt also im Centralorgane in einem Kerne. Nerv und Kerne bilden das erste Glied der Bahn; zu dem Kerne gelangt aus der Rinde des Vorderhirnes der Stabkranzzug der Pyramide als das zweite Glied der Kette: Nerv, Kern — Stabkranz, Rinde.

Solange das erste Glied intact ist, können die betreffenden Muskeln noch durch elektrische, mechanische, reflectorische Reize, bei Thieren auch bis zu einem gewissen Grade durch Willensimpulse zur Bewegung gebracht werden; wird Nerv oder Kern zerstört, so ist absolute Lähmung da. Zur vollen Möglichkeit des bewussten Wollens aber bedarf es der Intactheit des zweiten Gliedes; ja bei dem hochausgebildeten Gehirne des Menschen ist überhaupt, wenn das zweite Glied unterbrochen ist, kein Bewegen durch den Willen mehr möglich. Wenn Jemand durch Schlagfluss eine Zerreissung der Capsula interna bekommt, so sind die Muskeln der gekreuzten Körperhälfte nicht eigentlich gelähmt; sie können nur nicht mehr durch den Willen, wohl aber durch andere Reize zur Contraction gebracht werden. Anders ist es, wenn, bei der spinalen Kinderlähmung z. B., ein Nervenkern selbst zu Grunde geht; dann haben wir eine echte Lähmung, welche, meist irreparabel, zu Atrophie führt, und bei der reflectorische und andere Reize wenig vermögen. Es ist ein grosser Unterschied in Bezug auf die Aussicht auf Wiederherstellung der Function, ob die Grosshirnbahn oder eine tiefere Stelle des Innervationsweges unterbrochen ist.

5. Die Stabkranzfasern zur Brücke entspringen aus der Rinde des Vorderhirns, besonders aus dem Schläfen-Hinterhauptlappen, vielleicht auch aus dem Stirnlappen. Sie ziehen durch die Capsula interna in den Fuss des Hirnschenkels und von da in die Brücke. Die an secundären Degenerationen gemachten Erfahrungen zeigen, dass sie nicht weiter als bis zu den Ganglienzellgruppen dort gelangen. Zu den gleichen Gruppen kann man aber Faserzüge verfolgen, welche aus der gekreuzten Kleinhirnhälfte stammen (Brückenarme).

6. Die sensiblen Nerven entspringen aus den Zellen der Spinalganglien. Wenigstens ist bei Wirbelthieren bisher noch kein anderer Ursprung nachgewiesen. Da wir aber wissen, dass der Opticus und der Olfactorius Fasern enthalten, welche, aus Sinnesepithelien entspringend, centralwärts gehen, da ferner auch bei Wirbellosen Fasern nachgewiesen sind, welche aus Sinnesepithelien der Epidermis stammen, so wäre es nicht unmöglich, dass auch in den sensiblen Nerven Fasern verlaufen, welche aus der Peripherie stammen. Der Verlauf der secundären Degeneration nach Durchschneidung sensorischer Nerven spricht gegen diese Vermuthung.

Aus den Zellen der Spinalganglien entspringt noch eine Bahn, die Wurzel, welche in das Centralorgan eintritt. Ein Theil der Wurzel

splittert sich in den Hinterhörnern, resp. in den Kernen der sensorischen Hirnnerven um Zellen herum auf (Endkerne der sensiblen Nerven).

Ein anderer Theil zieht, ehe er in Endkernen endet, erst eine Strecke weit im Centralorgan dahin, entweder hirnwärts, wie die in den Hintersträngen enthaltenen Fasern der spinalen Nerven, oder auch caudalwärts, so manche Wurzeln von sensorischen Hirnnerven.

Aus den Zellen der Endkerne entspringt die centrale sensible Bahn oder die sensible Bahn zweiter Ordnung. Sie gelangt entweder schon auf der Höhe etwa des Wurzeleintrittes, oder in höheren Zonen immer in das Gebiet der gekreuzten Schleifenfaserung. Mit der Schleife aber zieht sie hirnwärts.

7. Von den sensiblen Bahnen zweiter und höherer Ordnung kennen wir noch nicht überall die Ausgangszellen oder die Endaufzweigung.

Sensible Bahnen höherer Ordnung liegen in der medialen Schleife aus dem Thalamus und in der lateralen oder Vierhügelschleife.

Die Fasern, welche in den Hinterstrangkernen entspringen, wahrscheinlich auch diejenigen, welche aus den Endkernen im Rückenmarke stammen, ziehen medial innerhalb der Schleifenschicht hinauf und enden in den ventralen Abschnitten des Thalamus opticus. Den gleichen Endpunkt haben die Fasern aus dem Endkerne des Trigeminus, sie ziehen aber nicht innerhalb des Schleifenareales zum Thalamus, sondern weiter dorsal und medial. In den Thalamusregionen, wo die mediale Schleife endet, endet auch die Haubenstrahlung aus dem Parietalhirne. Durch sie ist also die sensible Faserung zu gutem Theile mit der Rinde verbunden. Sie stellt eine tertiäre sensible Bahn dar.

Die Haubenfaserung entspringt im Parietallappen, möglicher Weise in denselben Windungen wie die Pyramidenfaserung und gelangt von da in das hintere Drittel der Capsula interna. In dieser Gegend kommen ihr die Sehstrahlung aus dem Occipitallappen und die centrale Acusticusbahn sehr nahe. Ein Theil der Haubenbahn zieht in und durch den Linsenkern, ein anderer gelangt in den Thalamus.

Die centralen Fasern aus den Endkernen der Hirnnerven, vielleicht auch solche aus Kernen der spinalen Nerven ziehen in der unteren oder lateralen Schleife hirnwärts. Diese endet zu gutem Theile in dem Ganglion der Vierhügel und zu einem anderen im Corpus geniculatum mediale. hier wohl vorwiegend die Acusticusbahnen höherer Ordnung.

Zu diesen Endstätten zieht, wesentlich aus dem Marke des Schläfenlappens, aber auch aus weiter frontal liegenden Rindengegenden, ein Faserzug, die Rindenbahn des Acusticus etc.

So verbinden sich also sämmtliche Fasern der Schleifenschicht mit Kernen, welche auf der Seite liegen, welche zur Schleife gekreuzt ist. Nur findet für einen Theil die Kreuzung schon in der Oblongata, für einen anderen erst im Rückenmarke statt. In den Kernen enden immer die Fasern der Hinterwurzeln oder der sensorischen Hirnnerven.

8. Ein Theil der sensiblen Nerven endet in der Umgebung der Zellen

der Clarke'schen Säule. Aus diesen entspringt die Kleinhirnseitenstrangbahn, welche in der Peripherie des Rückenmarkseitenstranges zum Cerebellum hinauf zieht.

9. Die Kerne der sensiblen Hirnnerven erhalten alle einen Zuwachs von Fasern, der aus dem Cerebellum stammt (sensorische Kleinhirnbahn).

10. Der grösste Theil des Nervus trigeminus stammt aus den Ganglienzellen des Ganglion Gasseri, ein kleinerer aus der Seitenwand des Aquaeductes unter den Vierhügeln. Die aus dem Ganglion Gasseri entspringende Wurzel senkt sich auf eine lange Strecke caudalwärts in einen Endkern, welcher von der Brücke bis zum Rückenmarke reicht. Sie enthält, wie die Erfahrungen an Kranken zeigen, die Gefühlsnerven für das Gesicht.

Aus dem Endkerne entspringt die secundäre Bahn, welche bald nach ihren Ursprunge kreuzt und dann bis hinauf in den ventralen Thalamus verläuft, wo sie nahe den Fasern der oberen Schleife endet. Hierhin müssen die tertiären Bahnen aus der Rinde gelangen. Sie sind nur klinisch erschlossen, aber anatomisch noch aufzufinden.

Das Rindenfeld und der centrale Verlauf des sensiblen Theiles des Nervus trigeminus von der Rinde bis zu der Kapsel ist noch unbekannt. In der Kapsel müssen, den pathologischen Erfahrungen zufolge, seine Züge im hinteren Drittel liegen.

Der Kaumuskelkern liegt in der Brücke nahe dem Trigeminuseintritt.

11. Den Nervus acusticus zerlegt man zweckmässig in Nervus cochlearis und Nervus vestibularis.

Der Rindenursprung des eigentlichen Hörnerven, des Cochlearis, muss im Bereich der Schläfenlappenwindungen gesucht werden. Klinische Beobachtungen lassen erschliessen, dass von da eine Bahn in den caudalen Theil der inneren Kapsel und wahrscheinlich durch den Arm des hinteren Hügels in dessen Grau führt. Von da geht die laterale Schleife in das Gebiet der oberen Oliven in der Oblongata herab, und in diesem endet die Faserung aus dem Nucleus acustici ventralis, das Corpus trapezoides. In dem Nucleus ventralis aber splittern sich die Endbäumchen aus den Ganglienzellen des Ganglion spirale cochleae auf, die Hörnervenwurzeln.

Ueber den centralen Verlauf des Nervus vestibuli ist Folgendes bekannt. Seine aus den Zellen der Macula und Crista acustica stammenden Fasern enden zum Theil im Nucleus dorsalis, zum anderen ziehen sie dem Kleinhirne zu. Ausserdem enthält dieser Nerv noch Fasern aus weiter caudalen Ebenen der Oblongata und Zuzüge aus der Schleife als Striae acust. Siehe hierfür die genauere Beschreibung vorn.

Die obere Olive, mit welcher sowohl der Cochlearis als der Vestibularis zusammenhängen, ist innig mit den Kernen der Augenbewegungsnerven und auch mit dem Kleinhirn verbunden. Ausserdem wahrschein-

lich auch mit den Vierhügeln. Es ist wahrscheinlich, dass sie zum Gleichgewichtsapparat des Körpers gehört.

12. Ueber den centralen Verlauf des Vagus im Vorderhirn ist nichts bekannt. Wenn die mehrerwähnte Stelle im hinteren Theile der Kapsel zerstört wird, treten nicht Vagussymptome auf; Geschmacksstörungen (Glossopharyngeus) kommen vor. Des Verlaufes der Schleifenfasern zu den gekreuzten Kernen des Vagus und Glossopharyngeus wurde gedacht. Auch diese beiden Nerven bekommen wahrseheinlich einen Zug aus dem Cerebellum.

13. Der centrale Verlauf des Opticus wurde schon früher im Zusammenhange dargestellt.

Ich erinnere Sie nochmals daran, dass dieser Nerv aus dem Pulvinar thalami, dem Corpus geniculatum laterale, dem Tuber cinereum und aus den Vierhügeln entspringt, dass er aber auch Fasern enthält, welche, aus der Retina stammend, in den genannten Hirntheilen enden. Zu allen diesen „primären optischen Centren" gelangen Fasern aus der im Occipitallappen beginnenden Sehstrahlung. Diese verläuft an der lateralen Seite des Hinterhornes, zieht also auf ihrem Wege von dem Rindenursprung zu den primären Opticuscentren unter dem unteren Scheitelläppchen dahin. Daher kommt es, dass bei Erkrankungen dieses Läppchens oder bei experimenteller Zerstörung der entsprechenden Stelle bei Thieren Sehstörungen beobachtet werden, die ganz den Charakter von corticalen haben.

Die Fasern des Tractus opticus verlaufen zum Chiasma. Dort tritt ein grösserer Theil auf die andere Seite hinüber, ein kleinerer, der aber bisher nicht zum Bündel gesondert lag, bleibt auf der gleichen Seite. Der Streit, welcher lange um das Chiasma gepflogen wurde, ist in letzter Zeit durch Singer und Münzer endgiltig und überzeugend in dem eben vorgetragenen Sinne entschieden worden. Das gleichseitige Bündel ist bei einigen Thieren sehr unbedeutend, fehlt sogar bei bestimmten Arten ganz. Im letzteren Falle besteht also Totalkreuzung.

Der Sehtractus muss noch die aus dem Oculomotorius stammenden Pupillarfasern mit sich führen. Es ist noch nicht überzeugend nachgewiesen, wie diese in ihn gelangen.

14. Der Nervus olfactorius entspringt aus den Epithelien der Riechschleimhaut und endet nach Durchbohrung der Siebplatte in dem Bulbus olfactorius. Von dort entspringt eine secundäre Bahn, der Tractus bulbocorticalis, welche im Lobus olfactorius, besonders im caudalen Abschnitte desselben, endet. Aus diesem Lobusgebiete entspringt ein Zug zum Ammonshorne und ein solcher zum Ganglion habenulae, der Tractus olfactorius septi und die Taenia thalami. Abgesehen von dem Riechlappen selbst, muss namentlich die Ammonswindung als corticales Riechcentrum angesehen werden.

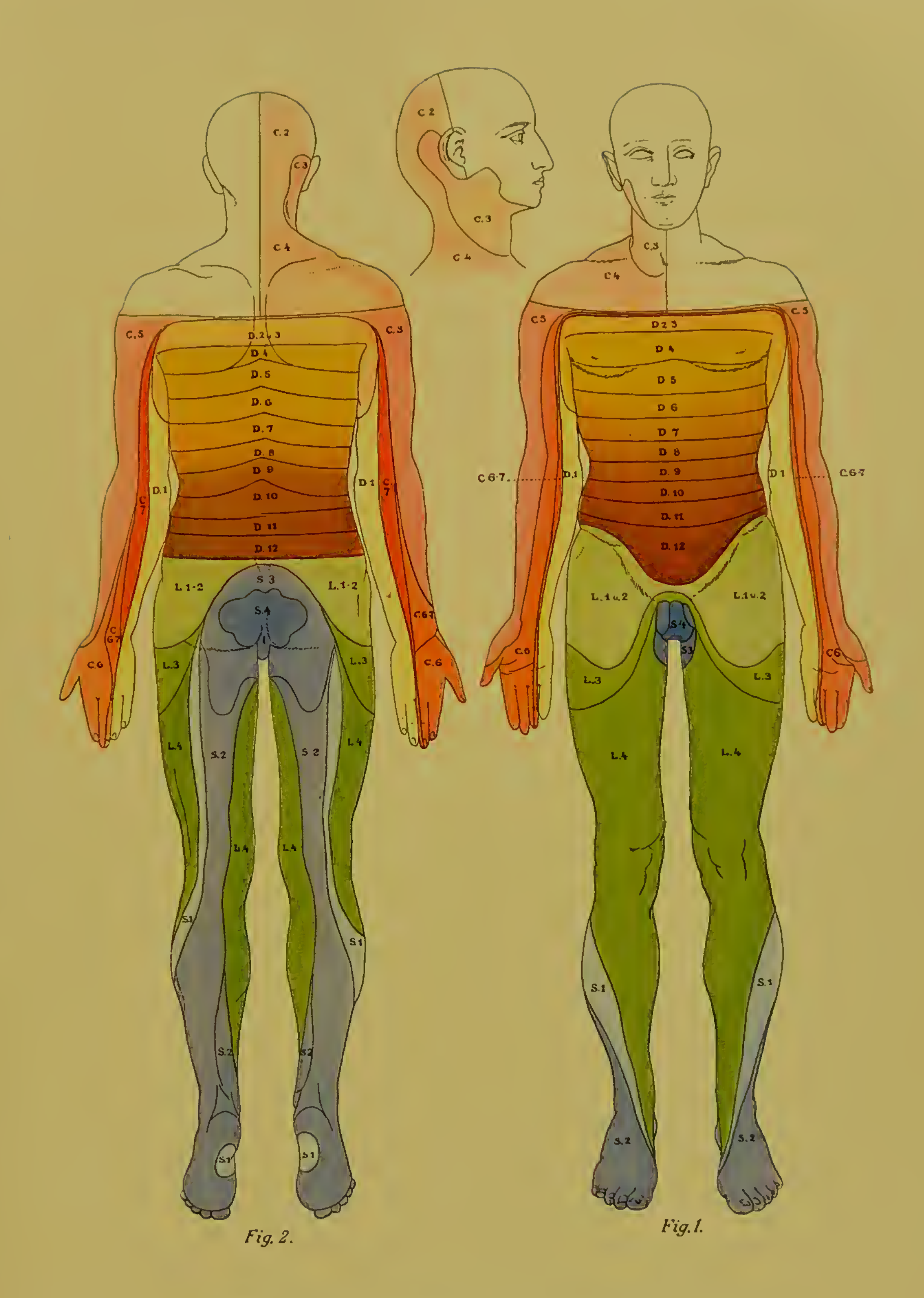
REGISTER.

Die nicht in Klammern gesetzten Zahlen beziehen sich auf allgemeine und vergleichend anatomische Verhältnisse, die in Klammern gesetzten enthalten das Register des dritten Theiles, der nur vom Säugergehirne handelt.


Vermis. sup.
Hemisphaer. cerebelli
Nucl. Bechteren
Nucl. tegment.
Nucl. Deiters
Tr. nucleo-cerebellaris
Corpus restiforme
Nucl. acust.
N. acusticus
Nucl. funic. post.
Nucl. vagi
Corpus restif.
Tr. cerebello spinalis dorsalis
N. vagus
Radix post. n. spin.
Tr. cerebello spin. ventr.

Edinger





Die Areale der sensiblen Wurzeln (nach Kocher).

Edinger.

Förster & Borries, Zwickau Sa.





